This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

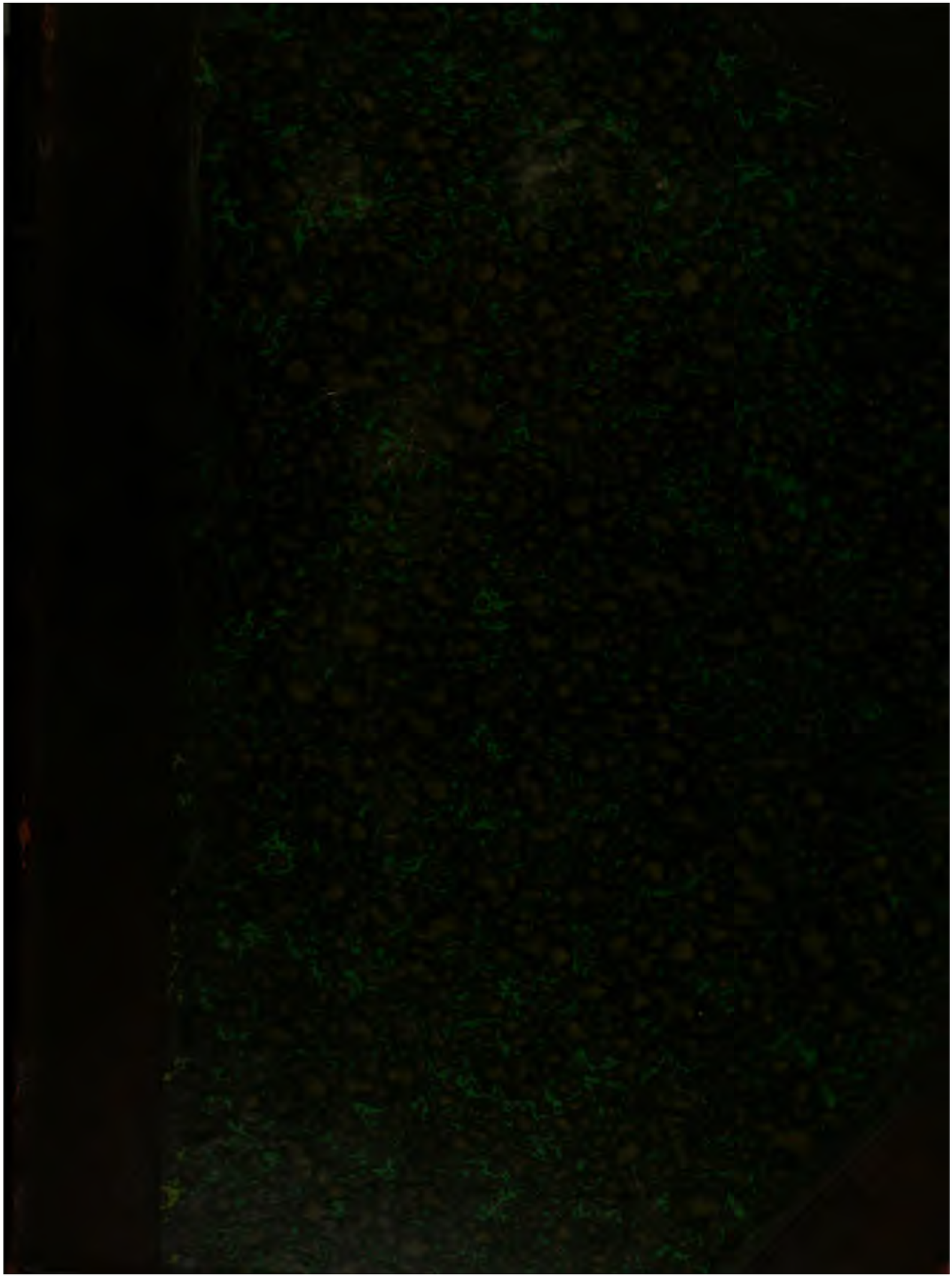
+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`



LSoc 2542.18

Harvard College Library

BOUGHT WITH INCOME

FROM THE BEQUEST OF

HENRY LILLIE PIERCE,

OF BOSTON.

Under a vote of the President and Fellows,
October 24, 1898.

DEC 6 1

ATTI

DELLA

R. ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCLXXVII

1879-80

SERIE TERZA

MEMORIE

DELLA CLASSE DI SCIENZE FISICHE, MATEMATICHE E NATURALI

VOLUME V.

ROMA
COI TIPI DEL SALVIUCCI
1880

L Soc 2542.18

HARVARD COLLEGE
DEC 6 1900
LIBRARY.

Pierce fund

Sulla determinazione grafica delle forze interne nelle travi omogenee e nelle travi reticolari appoggiate agli estremi e soggette ad un sopraccarico mobile.

Memoria dell'ing. CAMILLO GUIDI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 7 dicembre 1879.

INTRODUZIONE

Uno dei problemi più importanti di Meccanica e che trova nella Statica grafica una soluzione semplice e completa, è certamente quello della determinazione degli sforzi a cui vanno soggette le varie parti di una trave appoggiata agli estremi, sottoposta ad un determinato sopraccarico. La ricerca delle leggi colle quali variano quegli sforzi nel caso che il sopraccarico sia mobile ha poi una speciale importanza nella pratica, in quanto che la conoscenza di tali leggi riceve un'estesa applicazione nel calcolo delle dimensioni delle travi così principali, come accessorie dei ponti, le quali debbono andar soggette al passaggio di un sopraccarico mobile.

Il lettore consultando la Memoria del prof. G. B. Favero, *La determinazione grafica delle forze interne nelle travi reticolari*, pubblicata negli Atti della R. Accademia dei Lincei 1877-78 serie 3ª vol. II e le lezioni litografate di Meccanica applicata alle costruzioni e di Statica grafica, dettate nella r. Scuola d'applicazione degli ingegneri in Roma nell'anno scolastico 1878-79 dai prof. Cesare Ceradini e Carlo Saviotti, dei quali l'autore della presente Memoria ha l'onore di essere l'assistente, si formerà un'idea giusta dei processi fin qui adottati per risolvere un tale problema. Con questi si può costruire un diagramma il quale rappresenti la legge di variazione di un determinato sforzo (sforzo tagliante o momento flettente in una data sezione di una trave omogenea, ovvero sforzo longitudinale in un'asta di una trave reticolare) quando la trave venga percorsa dal sopraccarico. Tale diagramma può essere costruito seguendo due vie affatto distinte; si può infatti costruirlo direttamente, ovvero si può da prima costruire un diagramma ausiliare, imaginato dal prof. Favero e da lui designato col nome di *spezzata*, che rappresenti la legge di variazione di quello sforzo quando la trave venga percorsa da un solo carico isolato e poi da questo dedurre il diagramma richiesto. Il primo di questi due metodi, che il lettore troverà applicato alla determinazione della forza tagliante in una trave omogenea nelle sopracitate litografie di Statica grafica, è quello che noi impiegheremo in tutte le nostre ricerche; ma con questa modificazione che noi riguarderemo sempre lo sforzo, di qualunque genere esso sia, come somma algebrica di due, di quello prodotto dalla reazione di un appoggio e dell'altro prodotto dal carico che trovasi

fra la sezione che si considera e l'appoggio suddetto. Ne deriva che i nostri diagrammi risulteranno sempre dalla sovrapposizione di due diagrammi ausiliari, il primo relativo alla reazione dell'appoggio, l'altro corrispondente al carico che trovasi fra la sezione presa in considerazione e l'appoggio suddetto: chiameremo spesso per brevità il primo *diagramma della reazione* ed il secondo *diagramma del carico.* Con questa separazione dello sforzo prodotto dalla reazione, da quello prodotto dal carico, si agevola la costruzione dei diagrammi e subordinatamente ad una certa ipotesi circa il movimento del sopraccarico, si giunge a questo risultato, che cioè si ottiene il diagramma della forza tagliante per tutte le sezioni di una trave omogenea, ovvero quello dello sforzo longitudinale nelle varie aste di una trave reticolare (quando questo sforzo segua la stessa legge di variazione della forza tagliante), spostando semplicemente il contorno del diagramma del carico, di forma costante rispetto al diagramma della reazione pure di forma invariata.

Distingueremo le nostre ricerche in due parti, trattando nella prima delle travi omogenee, nella seconda delle travi reticolari. In una sezione qualunque di una trave omogenea, soggetta ad un carico qualsiasi, debbonsi distinguere due generi di sforzo; vi è infatti, come è noto, lo sforzo di taglio ed il momento flettente. Suddivideremo quindi la prima parte in due, nella prima delle quali risolveremo il problema di *determinare la legge di variazione della forza tagliante in una sezione qualunque di una trave omogenea appoggiata agli estremi, sottoposta al passaggio di un sopraccarico, consistente sia in un complesso di carichi concentrati, sia in un carico uniformemente ripartito;* nell'altra risolveremo lo stesso problema per il momento flettente.

Nella seconda parte prenderemo a studiare le travi reticolari *munite di controdiagonali* e risolveremo il doppio problema della determinazione del numero di controdiagonali necessarie e della legge di variazione dello sforzo in tutte le diagonali e controdiagonali e nei montanti.

Nelle suindicate lezioni del prof. Ceradini sono trattate le medesime questioni, però con metodo differente da quello qui presentato.

Ammetteremo sempre che il sopraccarico entrando dall'appoggio di destra, si dirigga verso quello di sinistra; anzi, invece di muovere il sopraccarico, imagineremo che la trave venga spostata da sinistra verso destra; il che, mentre semplifica alcune dimostrazioni, non altera punto il movimento relativo del sopraccarico rispetto alla trave. L'ordinata del diagramma sarà da leggersi sempre sulla verticale dell'appoggio di destra in tutte le varie posizioni che esso va prendendo durante lo spostamento.

PARTE PRIMA

Travi omogenee.

Forza tagliante. — 1. La forza tagliante in una sezione qualunque di una trave appoggiata agli estremi, prodotta dal passaggio di un sopraccarico, è data, in un istante qualsiasi del movimento, dalla somma algebrica delle forze esterne a partire da un estremo della trave fino alla sezione medesima; è cioè data dalla reazione di un appoggio, per esempio di quello di sinistra, meno il carico che trovasi fra la

sezione e l'appoggio stesso. Se quindi si costruisse un diagramma, le cui ordinate rappresentassero la legge di variazione della reazione dell'appoggio suddetto, e poi da questo diagramma se ne sottraesse un altro, le cui ordinate rappresentassero la legge di variazione del carico che trovasi fra la sezione e l'appoggio medesimo, le ordinate intercette fra il primo ed il secondo diagramma farebbero conoscere la legge di variazione della forza tagliante nella sezione presa in considerazione. Il diagramma finale risulterebbe così composto di due, di cui il primo, che è quello che chiamiamo diagramma della reazione, sarebbe indipendente dalla posizione della sezione, mentre invece il secondo, diagramma del sopraccarico, muterebbe di forma con quella.

Si può rendere anche il secondo diagramma di forma costante per tutte le sezioni, facendo la seguente ipotesi; che cioè il sopraccarico, che supponiamo sempre entrare dall'appoggio di destra, di mano in mano che raggiunge l'appoggio di sinistra vi si accumuli sopra per abbandonare poi tutto insieme la trave. Questa ipotesi non modifica punto la legge di variazione della forza tagliante, come si rileva immediatamente ritornando alla sua definizione e raggiunge poi lo scopo di dedurre, mediante un semplice spostamento orizzontale di una spezzata, il diagramma del sopraccarico per tutte le sezioni della trave, descritto che sia per una.

2. Cominciamo a supporre che la trave A B della figura 1 (tav. I^a) venga percorsa dal sistema di carichi concentrati 1, 2, 3: se ne riportino le grandezze sopra una verticale qualunque in 01, 12, 23: si projettino da un punto situato nell'orizzontale condotta per o e avente da o la distanza polare O o eguale alla lunghezza della trave e si connettano quindi le linee dei carichi col relativo poligono funicolare $a\ A_1\ b\ c\ d$. È facile vedere che, portata la trave A B in una posizione qualunque sulla orizzontale per o per esempio in $A_2\ B_2$, l'ordinata $B_2\ v$ sulla verticale dell'appoggio B_2 è eguale alla reazione dell'appoggio A_2, quando i carichi occupano rispetto alla trave $A_2\ B_2$ le posizioni 1, 2, 3. Condotta infatti la retta di chiusa $A_2\ v$ e dal polo O la parallela O 4 si ottiene per reazione dell'appoggio A_2 il segmento 04, che, per aver preso la distanza polare eguale alla lunghezza della trave, risulta eguale all'ordinata $B_2\ v$. Dunque il diagramma

$$A_1\ b\ c\ d\ a'\ A_1$$

dà colle sue ordinate la legge di variazione della reazione dell'appoggio A, quando i carichi, entrando dall'appoggio B, s'inoltrano, finchè il primo abbia raggiunto l'appoggio A.

Da questo momento dobbiamo dunque imaginare che il carico 1 rimanga fermo sull'appoggio A; così pure vi si fermi il carico 2 appena vi è giunto e finalmente quando è arrivato il carico 3, che nel nostro caso è l'ultimo, abbandonino tutti insieme la trave. Per ottenere il diagramma relativo alla reazione dell'appoggio A per questo secondo periodo (cioè dal momento in cui il primo carico ha raggiunto l'appoggio A fino a che tutti i carichi hanno abbandonata la trave), si projettino i carichi stessi dal polo O', distante anch'esso dalla retta delle forze della lunghezza della trave e posto sull'orizzontale condotta per 3. Si connettano quindi con un poligono funicolare $c\ d\ e\ n\ f$, il cui primo lato coincide coll'ultimo dell'altro poligono funicolare già descritto, le linee dei carichi spostati della lunghezza della trave; risulta

$$a'\ d\ e\ n\ o\ a'$$

il diagramma cercato. Ed infatti per questo secondo periodo la reazione dell'appoggio A deve eguagliare la somma di tutti i carichi, meno la reazione dell'appoggio B; ma il diagramma

$$d\,d'\,n\,e\,d$$

rappresenta appunto la legge di variazione della reazione dell'appoggio B e di più l'ordinata $a'\,d'$ è eguale alla somma dei carichi, quindi le ordinate del diagramma

$$a'\,d\,e\,n\,_0\,a'$$

rappresentano veramente la legge di variazione della reazione dell'appoggio A durante il secondo periodo.

Si ha dunque nella figura

$$A_1\,b\,c\,d\,e\,n\,_0\,A_1$$

il diagramma completo della reazione (1).

Proiettando orizzontalmente sulle linee dei carichi 1, 2, 3 i segmenti che ne rappresentano le grandezze, si ha evidentemente nella figura

$$A_1\,m\,k\,h\,g\,f\,n\,_0\,A_1$$

il diagramma del sopraccarico per la sezione infinitamente vicina all'appoggio B. Spostando orizzontalmente la spezzata

$$A_1\,m\,k\,h\,g\,f$$

si ottiene in grazia dell'ipotesi di sopra fatta, il diagramma del sopraccarico per tutte le sezioni della trave, finchè nella figura

$$a'\,m''\,k''\,h''\,g''\,n\,_0\,a'$$

si ha tale diagramma per la sezione infinitamente vicina all'appoggio A.

Ciò posto, sia σ la sezione della trave per la quale si vuol conoscere la legge di variazione della forza tagliante: si riporti la distanza che essa ha dall'appoggio A in $a'\,a$ e si sposti orizzontalmente la spezzata

$$A_1\,m\,k\,h\,g\,f\,n$$

fino a che la sua origine A_1 sia venuta in a. Le ordinate del diagramma

$$A_1\,b\,c\,d\,e\,n\,f'\,g'\,h'\,k'\,m'\,a\,A_1$$

che risulta dalla sovrapposizione dei due diagrammi ausiliarî, danno la legge di variazione dello sforzo di taglio nella sezione σ, durante il passaggio de'carichi 1, 2, 3. Ed infatti, dopo aver posto la trave nella posizione iniziale per cui l'appoggio B si trovi sulla verticale A A_1, la si trasporti da sinistra verso destra; finchè la sezione σ non oltrepassa il carico 1 ossia finchè l'appoggio B non oltrepassa il punto a, la forza tagliante nella sezione suddetta varia colla stessa legge della reazione dell'appoggio A; ma proseguendo a spostare la trave verso destra, bisogna dal diagramma

(1) Questa costruzione vale nel caso che il complesso dei carichi occupi una lunghezza minore di quella della trave; che se fosse maggiore, si terrà quest'altra via. Costruito il poligono funicolare $A_1\,b\,c\,d$.... relativo al polo O, lo si sposti orizzontalmente finchè la sua origine A_1 sia venuta in a'; quindi si riportino a partire dall'orizzontale $A_1\,_0$ le ordinate che trovansi a destra della verticale B a' comprese fra i due poligoni suddetti. È facile dimostrare che il diagramma che così si ottiene è quello relativo alla reazione dell'appoggio A, quando si faccia l'ipotesi già dichiarata circa il movimento dei carichi.

della reazione sottrarre i carichi che vengono ora a trovarsi nel tratto σ A, bisogna cioè sottrarre le ordinate della spezzata

$$a\, m'\, k'\, h'\, g'\, f'\, n.$$

Nelle ordinate del diagramma della reazione pel tratto $A_1\, a$ ed in quelle intercette fra i due diagrammi ausiliarî pel tratto $a\, o$, si avrà dunque la forza tagliante per la sezione σ, la cui legge di variazione è quindi data dal diagramma

$$A_1\, b\, c\, d\, e\, n\, f'\, g'\, h'\, k'\, m'\, a\, A_1.$$

Così, portata la trave in una posizione qualunque per esempio nella $A_2\, B_2$, la forza tagliante nella sezione σ, che ha preso la posizione σ_2, vien data dall'ordinata

$$\eta = B_2\, v - B_2\, u$$

ed infatti, per quella posizione della trave, la forza tagliante è prodotta dalla reazione dell'appoggio A_2, meno la somma dei primi due carichi: e $B_2\, v$ rappresenta appunto, per quel che si è detto di sopra, la reazione dell'appoggio A_2 e $B_2\, u$ la somma dei carichi 1 e 2.

I diagrammi

$$A_1\, b\, c\, d\, e\, n\, f\, g\, h\, k\, m\, A_1 \quad \text{ed} \quad A_1\, b\, c\, d\, e\, n\, g''\, h''\, k''\, m''\, a'\, A_1$$

relativi alle posizioni estreme della spezzata, sono quelli che danno la forza tagliante nelle sezioni estreme della trave; qualunque altra posizione intermedia della spezzata, fornisce il diagramma relativo ad una sezione intermedia della trave, che dista dall'appoggio A, di quanto l'origine a della spezzata dista da a'.

3. Se il sopraccarico consiste in un carico uniformemente ripartito di lunghezza eguale a quella della trave, allora il poligono funicolare $a\, A_1\, b\, c\, d$ della figura 1, si trasforma come è noto nell'arco di parabola $A_1\, B_2$ (fig. 2 tav. I^a) ad asse verticale, col vertice in A_1, la cui ordinata sulla verticale di B, se si indica, come faremo sempre in seguito, con p l'intensità del carico per metro corrente e con l la lunghezza della trave, è data da

$$B_1\, B_2 = \frac{pl}{2}.$$

Similmente si riconosce subito che il secondo poligono funicolare $c\, d\, e\, n$ della fig. 1, si trasforma nell'altro arco parabolico $B_2\, D$, identico al precedente, ma ribaltato in modo che il suo vertice venga in D.

Dunque la linea $A_1\, B_2\, D$, è formata di due archi parabolici identici raccordantisi in B_2, e la figura $A_1\, B_2\, D\, D_1\, A_1$ rappresenta il diagramma della reazione.

Finalmente la spezzata $A_1\, m\, k\, h\, g\, f\, n$ della fig. 1, si trasforma, come è chiaro nella retta $A_1\, B_3$, essendo $B_1\, B_3 = pl$; cosicchè il diagramma del sopraccarico per la sezione infinitamente vicina all'appoggio B è dato dalla figura

$$A_1\, B_3\, D\, D_1\, A_1.$$

Dallo spostamento orizzontale della retta $A_1\, B_3$ rispetto alla linea $A_1\, B_2\, D$ risultano, come nel caso precedente, i diagrammi della forza tagliante per tutte le sezioni della trave. Si hanno così nelle figure

$$A_1\, B_2\, D\, B_3\, A_1 \quad \text{ed} \quad A_1\, B_2\, D\, B_1\, A_1$$

i diagrammi relativi alla sezioni estreme della trave, per le quali la forza tagliante massima vien data da

$$B_1 B_2 = - B_2 B_3 = \frac{pl}{2}.$$

Trasportando orizzontalmente la retta $A_1 B_3$ della quantità $A_1 a = \frac{l}{2}$, si ricava il diagramma

$$A_1 B_2 D b a A_1$$

relativo alla sezione di mezzo della trave, il quale presenta due ordinate massime, di segno opposto, eguali ciasouna in valore assoluto a $\frac{pl}{8}$.

Non ci fermiamo a costruire il diagramma pel caso in cui la lunghezza del carico sia minore della lunghezza della trave, non presentando questo caso particolare difficoltà veruna.

4. Se la trave, di cui ci occupiamo, costituisce una delle travi di un ponte destinate a sorreggere un'impalcatura, allora il sopraccarico, il più delle volte, non le viene trasmesso direttamente, ma coll'intermediario di altre travi accessorie, dette *traverse*, disposte in direzione normale ad intervalli generalmente eguali e che indicheremo sempre colla lettera δ. Parlando di queste travi, ammetteremo che il sopraccarico scorra direttamente sopra dei travicelli di lunghezza δ, disposti parallelamente alla trave, uno in prosecuzione dell'altro e *semplicemente appoggiati* alle loro estremità su due traverse consecutive. Si suole anche esprimere questa condizione di cose, dicendo che la trave è *a carico indiretto*, mentre invece si chiama *a carico diretto* una trave nelle condizioni già studiate.

Vogliamo ora occuparci della costruzione dei diagrammi per la forza tagliante in queste altre travi.

5. Per questa nuova condizione di carico è facile vedere, che la legge di variazione della forza tagliante è la stessa per una qualunque delle sezioni comprese nel medesimo intervallo δ. Un'altra osservazione generale si è, che dei due diagrammi ausiliarî, dalla cui sovrapposizione risulta il diagramma per la forza tagliante, quello relativo alla reazione dell'appoggio non resta punto modificato; è facile infatti riconoscere che sia il carico applicato direttamente alla trave, ovvero trasmesso per mezzo di travi trasversali, la reazione dell'appoggio varia colla stessa legge, semprechè agli estremi della trave principale si trovino due traverse. Non così deve però dirsi dell'altro diagramma ausiliare di cui vedremo ora la costruzione.

6. Cominciamo anche qui a supporre che la trave A B (fig. 3 tav. I^a) sia percorsa dal complesso di carichi concentrati 1, 2, 3. Costruito come nella fig. 1, il diagramma $A_1 b c d e n o A_1$ della reazione, si spostino le verticali 1, 2, 3 dei carichi di una quantità eguale a δ e vi si proiettino sopra i segmenti che ne rappresentano le grandezze, in modo da ottenere i punti m, h, f; si congiunga quindi A_1 con m e poi si guidi il tratto orizzontale $m k$, quindi si conduca la $k h$ e poi il tratto orizzontale $h g$ e così via: la figura $A_1 m k h g f n o A_1$ rappresenta il diagramma del sopraccarico per una sezione qualunque compresa nel tratto $a b$ e sostituisce quell'altro a salti verticali della fig. 1.

Il diagramma

$$A_1\, b\, c\, d\, e\, n\, f\, g\, h\, k\, m\, A_1$$

rappresenta dunque la legge di variazione della forza tagliante per una sezione σ qualunque del campo $a\,b$ della trave.

Questa costruzione rimane giustificata osservando che appena un carico qualunque procedendo da B verso A, oltrepassa la traversa b produce sull'altra traversa a una pressione, la quale trovasi nel tratto σ A e cresce linearmente fino a divenire eguale al carico stesso, quando questo vi sta sopra.

Spostando ripetutamente in senso orizzontale la spezzata $A_1\, m\, k\, h\, g\, f$ di una quantità eguale a δ si ottengono i diagrammi per le sezioni comprese nei vari campi della trave.

7. La fig. 4 (tav. I^a) rappresenta come si modifica la spezzata $A_1\, m\, k\, h\, g\, f$ della fig. 3, quando la distanza che corre fra due carichi successivi è minore dell'intervallo δ fra due traverse. In questo caso, eseguendo la stessa costruzione del numero precedente, si ottiene il diagramma $A_1\, m\, k\, h\, g\, f\, n\, o\, A_1$, il quale però nei tratti $k_0\, m_0$ e $g_0\, h_0$ presenta ordinate interrotte; ma riportando i vertici k e g rispettivamente sui lati $A_1\, m$ e $k\, h$ si ottiene il diagramma continuo $A_1\, k_1\, m_1\, g_1\, h_1\, f\, n\, o\, A_1$. Trasportando orizzontalmente la spezzata $A_1\, k_1\, m_1\, g_1\, h_1\, f$ di altrettanti tratti eguali a δ, si ottiene, insieme al solito diagramma della reazione, il diagramma della forza tagliante per le sezioni contenute nei vari campi della trave.

8. Se poi si tratta di un carico uniformemente ripartito, il diagramma si presenta sotto la forma della fig. 5 (tav. I^a); in cui la retta $A_1\, B_3$ della fig. 2, vien sostituita dalla linea $A_1\, a\, b\, c$ formata di due archi parabolici $A_1\, a$ e $b\, c$ e della retta $a\, b$. Infatti avanzandosi la testa del carico dalla traversa b verso l'altra a, produce su quest'ultima una pressione la quale, analogamente a quel che si è detto riguardo alla reazione dell'appoggio A, varia secondo le ordinate dell'arco parabolico $A_1\, a$, il cui asse coincide colla verticale $A\, A_1$ ed il vertice con A_1: quando la testa del carico ha raggiunto la traversa a, l'ordinata $d\, a$ della parabola eguaglia $\frac{p\,\delta}{2}$. Inoltrandosi il carico, fino a che la testa ha raggiunto l'appoggio A, si ottiene evidentemente per diagramma la retta $a\, b$ parallela alla $B_1\, D$ e tangente in a all'arco parabolico $A_1\, a$: risulta

$$B_1 b = p\left(l - \frac{\delta}{2}\right)$$

qual'è realmente il carico esistente nel tratto σ A quando la trave è completamente sopraccaricata. Quando la coda del carico comincia ad abbandonare la traversa b, il carico nel tratto σ A aumenta, come si è anche visto per la reazione dell'appoggio A, secondo le ordinate dell'arco parabolico $b\, c$ che è lo stesso $A_1\, a$, trasportato col vertice in c, tangente in b alla retta $a\, b$. Allorchè la coda del carico ha raggiunto la traversa a, nel tratto σ A vi si trova tutto il carico, come risulta dal diagramma, essendo appunto $c_1\, c = p\, l$. Da questo momento, fino a che tutto il carico si è accumulato sull'appoggio A, non varia la quantità di carico nel tratto σ A della trave; si ha cioè nel diagramma l'orizzontale $c\, D$.

La linea $A_1\, a\, b\, c$, trasportata orizzontalmente di altrettanti intervalli δ, fornisce,

insieme al diagramma $A_1 B_2 D D_1 A_1$ della reazione, i diagrammi della forza tagliante per le sezioni σ dei vari campi della trave.

Momento flettente. — 9. La legge di variazione del momento flettente per una sezione qualunque non può più ottenersi, come per la forza tagliante, col semplice spostamento orizzontale del contorno del diagramma del carico rispetto al diagramma della reazione e la ragione apparisce chiara. Difatti, si ha per una posizione qualunque del sopraccarico il momento flettente in una determinata sezione, dalla somma algebrica dei momenti delle forze esterne a partire da un estremo della trave fino alla sezione che si considera, ossia, dalla somma algebrica del momento della reazione di un appoggio e del momento prodotto dalla risultante dei carichi che trovansi fra la sezione e l'appoggio stesso. Ora questo secondo momento è doppiamente variabile; in primo luogo perchè varia la risultante dei carichi e poi perchè varia il braccio di leva. Da ciò si può concludere che il profilo del diagramma del carico non può conservarsi costante per le varie sezioni e bisogna quindi costruirlo appositamente per ciascuna sezione. Tuttavia si può anche qui far uso di costruzioni molto semplici che ora andiamo ad esporre.

10. Cominciamo a considerare il caso della trave a carico diretto e percorsa da un sistema di carichi concentrati. Sulla trave AB (fig. 6 tav. I^a) passino i carichi concentrati 1, 2, 3 entrando, al solito, dall'appoggio B: cerchiamo la legge di variazione del momento flettente nella sezione σ che dista di λ dall'appoggio A di sinistra.

Si costruisca il poligono funicolare $A_1 b c d$, come è stato fatto per la forza tagliante e si prolunghi ciascun lato fino all'incontro della verticale che dista di l dal carico corrispondente. Risulta $A_1 b c d e f g h B_1 A_1$ il diagramma della reazione dell'appoggio A, quando i carichi entrando per B percorrono tutta la trave ed escono per A. Ora il momento della reazione rispetto alla sezione σ per una posizione qualunque dei carichi, è data dall'intensità della reazione stessa moltiplicata per il braccio di leva λ, si ha quindi il momento della reazione, moltiplicando le ordinate del diagramma suddetto per la lunghezza λ.

Resta ancora, per avere il momento totale, di sottrarre dal diagramma ora descritto, un altro che, colle sue ordinate moltiplicate per λ, dia il momento prodotto dai carichi che trovansi nel tratto σA. Per far ciò si determinino le intersezioni m, n, k delle verticali dei carichi spostate della quantità $A_1 m = B\sigma = l - \lambda$ coi prolungamenti dei lati del poligono funicolare. Congiungendo m con h è facile vedere che le ordinate del triangolo $m B_1 h$ moltiplicate per λ danno il momento prodotto dal primo carico quando percorre il tratto σA. Ed infatti se in un istante qualunque il primo carico, che indicheremo con P_1, trovandosi nel tratto σA, dista di x da σ, produrrà un momento flettente dato da $P_1 x$, ovvero anche da

$$P_1 \frac{x}{\lambda} . \lambda$$

ma le ordinate della retta mh rappresentano appunto la legge di variazione del termine $P_1 \frac{x}{\lambda}$, quindi moltiplicate per λ danno il momento prodotto dal primo carico. Per la stessa ragione le ordinate del triangolo nfg moltiplicate per λ danno il momento prodotto dal secondo carico e così via.

Riportando poi i vertici n e k in $n_1\,k_1$ si ha nel diagramma $mn_1\,h_1\,k_1\,f_1\,defgh\,B_1\,m$ la legge di variazione del momento flettente prodotto dai carichi, che chiameremo ancora *diagramma del sopraccarico*. Risulta quindi

$$A_1\,bcdf_1\,k_1\,h_1\,n_1\,m\,A_1$$

il diagramma richiesto, le cui ordinate moltiplicate per λ danno il momento flettente nella sezione σ per tutte le posizioni che può assumere il sopraccarico. Anche pel momento flettente si ha dunque il diagramma dalla sovrapposizione di due diagrammi ausiliarî, il primo, diagramma della reazione, identico per tutte le sezioni, mentre il secondo, diagramma del sopraccarico, varia di profilo da sezione a sezione.

11. Il diagramma di cui sopra si è parlato, si può anche disporre diversamente, in modo da contare le ordinate tutte a partire da un'orizzontale: ciò vedesi fatto nella fig. 7 (tav. II^a). Dopo aver costruito, come si è fatto al numero precedente, il poligono funicolare $A_1\,bcd$, s'imaginino projettate le forze dal polo O' come nella fig. 1 e preso de eguale al primo carico, si conduca ef parallela al raggio O'_1 e così di seguito; è facile vedere che la figura $A_1\,bcdefghk\,A_1$ rappresenta ancora il diagramma della reazione. Trasportate poi le verticali dei carichi a destra della quantità $l-\lambda$, come nell'esempio precedente, si costruisca in modo affatto simile il diagramma $mn_1\,e_1\,r_1\,g_1\,khgfedm$ del sopraccarico. Risulta

$$A_1\,bcmn_1\,e_1\,r_1\,g_1\,kA_1$$

il diagramma finale richiesto.

12. Se la trave dev'essere percorsa da un carico ripartito uniformemente che entrando da B si estenda a tutta la trave ed esca poi da A (fig. 8 tav. I^a), allora il diagramma della reazione consta dei due archi parabolici identici $A_1\,B_2$ e $B_2\,D$ ad assi verticali; dei quali il primo col vertice in A_1 è quello stesso della fig. 2. Il secondo il cui vertice è in B_2 è relativo al secondo periodo del movimento: dà cioè la reazione dell'appoggio A dal momento in cui il carico comincia ad uscire dall'appoggio A stesso, fino a che è completamente uscito. Ed infatti è evidente che in un istante qualunque del movimento in questo secondo periodo, la reazione dell'appoggio A risulta quella che si avea quando la trave era completamente sovraccaricata, meno la reazione prodotta dal carico estendentesi al tratto ora rimasto vuoto; ma quest'ultima reazione è appunto data dalle ordinate dell'arco $B_2\,D$ contate a partire dall'orizzontale $B_2\,D_1$ e la prima dall'ordinata $e_1\,B_2$, dunque le ordinate dello stesso arco, contate dall'orizzontale $e_1\,D$, rappresentano realmente la legge di variazione della reazione dell'appoggio A durante il secondo periodo. La linea $A_1\,B_2\,DA_1$ rappresenta dunque il diagramma della reazione: le sue ordinate moltiplicate per λ danno il momento flettente che essa produce nella sezione σ.

Appena però il carico comincia ad oltrepassare la sezione, il momento prodotto dalla reazione dell'appoggio dev'essere diminuito di quello prodotto dal carico esistente nel tratto $\sigma\,A$. Supponiamo che il carico abbia oltrepassato la sezione σ della quantità x_1: tale momento sarà dato da $\frac{px^2_1}{2}$, ovvero anche da

$$\frac{px^2_1}{2\lambda}\,.\,\lambda$$

e quindi, lasciando da parte il fattore λ, che sarà poi il coefficiente del diagramma

finale, le ordinate del diagramma del sopraccarico devono essere eguali a $\frac{px^2_1}{2\lambda}$; si ha cioè come legge di variazione una parabola ad asse verticale il cui vertice è in f alla distanza λ da e_1 e la cui ordinata in corrispondenza di e_1 è data da

$$ee_1 = \frac{p\lambda}{2}.$$

Dal momento in cui il carico comincia ad uscire dall'appoggio A fino a quello in cui la coda si trova sulla sezione σ, il momento, di cui sopra si è parlato, rimane costante e massimo: quindi, preso $Dd_1 = \lambda$, il diagramma prosegue col tratto orizzontale ed. Dal momento poi in cui la coda del carico comincia ad abbandonare la sezione σ, fino a che il carico è completamente uscito, si ottiene la legge di variazione del momento, trasportando l'arco parabolico fe in dD col vertice in d: ciò che si dimostra in modo affatto analogo a quello tenuto di sopra per la reazione.

La figura

$$fedDf$$

rappresenta dunque il diagramma del sopraccarico.

Si ha quindi il diagramma del momento flettente per la sezione σ dalla figura

$$A_1 B_2 D d e f A_1.$$

13. Si dimostra facilmente che nella sezione σ, del resto qualunque, si ha il momento massimo, quando il carico occupa tutta la trave, il quale momento è rappresentato proporzionalmente nella fig. 8 dall'ordinata eB_2. Ed infatti, non vi è dubbio che l'ordinata eB_2 sia maggiore di tutte quelle che trovansi nei tratti $A_1 f$ ed $e_1 D$: il dubbio può esservi pel tratto fe_1; ora un'ordinata η qualunque in questo tratto, se s'indica con x la distanza della testa del carico da B e con x_1 quella dalla sezione, viene espressa da

$$\eta = ab - ac = \frac{px^2}{2l} - \frac{px^2_1}{2\lambda}$$

ossia da

$$\eta = \frac{p}{2}\left(\frac{x^2}{l} - \frac{x^2_1}{\lambda}\right)$$

ed essendo

$$x_1 = x - (l - \lambda)$$

si ha anche

$$\eta = \frac{p}{2}\left\{\frac{x^2}{l} - \frac{(x - l + \lambda)^2}{\lambda}\right\}$$

la quale, derivata ed eguagliata a zero, fornisce per valore di x corrispondente al valor massimo di η:

$$x = l$$

e quindi nel diagramma l'ordinata massima è appunto la eB_2.

14. La fig. 9 (tav. I[a]) corrisponde al caso particolare che la lunghezza del carico, come venne anche rappresentato nella figura, sia minore tanto della lunghezza della trave, come della distanza λ della sezione dall'appoggio A. La costruzione del diagramma apparisce abbastanza chiara dalla figura, per non esigere una spiegazione speciale.

15. Passiamo ora a trattare il caso del carico indiretto e cominciamo a supporre che sulla trave AB (fig. 10 tav. I^a), a cui il carico viene trasmesso per mezzo di traverse, transiti il sistema di carichi concentrati 1, 2, 3. Si eseguisce il diagramma del sopraccarico per la sezione σ (giacchè quello della reazione, come già si è osservato, si costruisce come se il carico fosse diretto) nel modo seguente. Determinati come nella fig. 6 i triangoli mhB_1, nfg, kde, si trasportino le verticali dei carichi delle quantità $l-\lambda_1$ ed $l-\lambda_2$, ciò che equivale a tracciare lateralmente a ciascuno dei punti m, n, k, due verticali che ne distino, come le traverse b ed a distano dalla sezione σ. Si ottengono così i punti $m', m'' : n' n'' : k', k''$ i quali congiunti danno luogo ai diagrammi $m' m'' h B_1 m'$, $n' n'' f g n'$, $k' k'' d e k'$ che rappresentano la legge di variazione del momento prodotto da ciascun carico: riportandoli uno in prosecuzione dell'altro, ne risulta come diagramma finale la figura

$$A_1 b c d k'' f' k_1 h' n_1 m_1 n_2 m' A_1.$$

Rimane giustificata la costruzione precedente osservando che appena un carico, entrando da B, oltrepassa la traversa b, trasmette una pressione sull'altra traversa a, la quale cresce linearmente e produce quindi un momento rispetto alla sezione σ che varia anch'esso linearmente, fino a diventare quello che era nel caso del carico diretto, quando il carico ha raggiunto la traversa a: ciò giustifica il tracciamento delle rette $m' m''$, $n' n''$, $k' k''$.

È però da osservare che questa costruzione, abbastanza semplice e comoda per un piccolo numero di carichi, diventa penosa e lunga quando i carichi siano parecchi.

16. Se il carico è ripartito uniformemente, il diagramma prende la forma rappresentata nella fig. 11 (tav. I^a). Il diagramma della reazione è quello stesso della fig. 8; il diagramma del sopraccarico si traccia come segue. Quando il carico ha oltrepassato la traversa b della quantità x, esso trasmette sull'altra traversa a una pressione data da $\frac{px^2}{2\delta}$, la quale rispetto alla sezione σ produce il momento flettente $\frac{px^2}{2\delta}\lambda_1$; cosicchè l'ordinata y' del diagramma dev'essere

$$y' = \frac{px^2}{2\delta}\frac{\lambda_1}{\lambda} \qquad (1)$$

equazione di una parabola ad asse verticale col vertice in b_1 punto corrispondente alla traversa b e la cui ordinata alla distanza δ risulta

$$a_1 a_2 = \frac{p\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda}.$$

Quando il carico oltrepassa la traversa a di x, si aggiunge un altro momento dato da $px\left(\frac{x}{2}+\lambda_1\right)$ e quindi al di sopra dell'orizzontale $a_2 e_2$ bisogna riportare l'ordinata y'' data da

$$y'' = \frac{px\left(\frac{x}{2}+\lambda_1\right)}{\lambda} \qquad (2)$$

equazione di un'altra parabola ad asse verticale, il cui vertice cade sulla verticale

di f punto corrispondente alla sezione σ, come si rileva eguagliando a zero la derivata prima, la quale dà appunto $x = -\lambda_1$. Sostituito tale valore nella (2) si ricava

$$y'' = -\frac{p\lambda^2_1}{2\lambda}$$

e trasportando l'origine delle coordinate al vertice, ponendo cioè

$$x = x_1 - \lambda_1 \qquad y'' = y_1 - \frac{p\lambda^2_1}{2\lambda}$$

si deduce dalla (2)

$$y_1 = \frac{px^2_1}{2\lambda}$$

e fatto $x_1 = \lambda$ si ha

$$y_1 = \frac{p\lambda}{2}$$

ossia la parabola $f'e$ è identica alla parabola fe della fig. 8: soltanto essa viene innalzata sull'orizzontale A_1D della quantità

$$ff' = p\frac{\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda} - p\frac{\lambda^2_1}{2\lambda} = \frac{p\lambda_1}{2\lambda}\left(\delta - \lambda_1\right).$$

In corrispondenza della verticale $a_1\,a_2$ le due parabole hanno la stessa tangente: sono infatti identiche le derivate della (1) e della (2), fatto in quella $x=\delta$, in questa $x=0$. Fatto poi nella (2) $x = \lambda - \lambda_1$ si ricava

$$e_2\,e = p\frac{\lambda^2 - \lambda^2_1}{2\lambda}.$$

Quanto alla costruzione del diagramma, presi

$$a_1\,a_2 = p\frac{\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda} \qquad \text{e} \qquad B_1\,e = p\left\{\frac{\lambda^2 - \lambda^2_1}{2\lambda} + \frac{\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda}\right\}$$

segmenti che possono costruirsi graficamente con molta semplicità, riescono abbastanza esattamente determinati i due archi parabolici $b_1\,a_2$ ed $a_2\,e$ dalle sole tangenti estreme e dalle ordinate medie; ciò che è subito ottenuto, ricordando che le due parabole si toccano in a_2 e la prima ha il vertice in b_1.

Finchè la coda del carico non oltrepassa la traversa b, il momento rimane costante e massimo, si ha quindi nel diagramma l'orizzontale ed; da questo punto fino a che il carico è completamente uscito, si ottiene il diagramma riportando la linea $b_1\,a_2\,e$ in $d\,D$ in guisa che il vertice b_1 venga in d.

17. Anche qui si dimostra, come si è fatto al n.° 13 che l'ordinata $a_2\,a_3$ è maggiore di tutte quelle comprese nel tratto $b_1\,a_1$, come pure che l'ordinata $e\,B_2$ è maggiore di tutte le altre comprese nel tratto $a_1\,B_1$, cosicchè risulta eB_2 l'ordinata massima del diagramma. Ossia anche in questo caso il momento massimo per una sezione qualunque si ha quando la trave è completamente sopraccaricata.

18. È importante di notare che facendo prendere alla sezione σ tutte le posizioni nell'intervallo δ ossia facendo variare λ_1 da 0 fino a δ, il momento massimo, corrispondente cioè all'ordinata $e\,B_2$, varia con legge lineare. Ed infatti il momento massimo, corrispondente ad un valore qualunque di λ_1, è data da

$$M = eB_2\,.\,\lambda = \left\{B_1\,B_2 - B_1\,e\right\}\lambda$$

ossia da

$$M = \left\{ \frac{pl}{2} - p \left(\frac{\lambda^2 - \lambda_1^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) \right\} \lambda$$

od anche da

$$M = \frac{p}{2} \left(l\lambda - \lambda^2 + \lambda_1^2 - \delta\lambda_1 \right)$$

ed avendosi

$$\lambda = \lambda_1 + C$$

dove C indica una costante, si avrà anche

$$M = \frac{p}{2} \left\{ l(\lambda_1 + C) - C^2 - 2C\lambda_1 - \delta\lambda_1 \right\}$$

ovvero

$$M = \frac{p}{2} \left\{ (l - \delta - 2C)\lambda_1 + C(l - C) \right\}$$

espressione lineare in λ_1 e che acquista il massimo valore per $\lambda_1 = \delta$ ovvero per $\lambda_1 = 0$, secondo che si ha: $\delta + 2c \lessgtr o \gtrless l$.
od anche

$$c + \frac{\delta}{2} \lessgtr \frac{l}{2}.$$

19. Chiuderemo questa prima parte osservando che per il calcolo degli sforzi a cui vanno soggette le travi nelle condizioni studiate, è necessario, il più delle volte, tener conto anche del peso proprio della costruzione. Ciò si fa comodamente sugli stessi diagrammi di cui ci siamo occupati: si tratta infatti di aggiungere a tutte le ordinate di un determinato diagramma, una quantità costante, proporzionale allo sforzo proveniente dal peso proprio. Così è che per la forza tagliante basterà spostare il profilo del diagramma del sopraccarico non più secondo l'orizzontale; ma bensì secondo l'obliqua che rappresenta la legge di variazione della forza tagliante prodotta dal peso proprio, supposto ripartito uniformemente. Similmente per il momento flettente basterà abbassare i diagrammi del sopraccarico di una quantità proporzionale al momento prodotto in quella determinata sezione dal peso proprio della costruzione.

PARTE SECONDA

Travi reticolari.

20. Le costruzioni grafiche, di cui ci siamo occupati nella prima parte di questo scritto, trovano anche un'applicazione alla determinazione degli sforzi che sopportano le barre delle travi reticolari da ponte, sottoposte al passaggio di un sopraccarico. Supporremo nel lettore le nozioni relative alla genesi ed alla forma di queste travi estesamente applicate nella costruzione dei ponti e ci limiteremo soltanto alla soluzione statica del problema, prendendo a considerare da prima le travi a contorno qualunque, quindi quelle a contorno parabolico e da ultimo le travi a correnti paralleli.

21. È poi necessario tener presente che le ricerche seguenti si applicano solo a quelle travi reticolari nelle quali il numero delle aste è il minimo richiesto dalla rigidità del sistema; ossia tali che, tolta un'asta qualunque, il sistema diviene deformabile. Nella pratica quasi tutte queste travi hanno apparentemente un numero di aste maggiore del necessario, ossia sembrano, come suol dirsi, *a membri sovrabbondanti*, mentre invece in realtà il numero di aste è quello strettamente necessario per la rigidità del sistema. Questo dipende da ciò che per la buona conservazione di simili costruzioni e per altre ragioni pratiche, si richiede generalmente che certe aste non vadano soggette che ad un solo genere di sforzo, per esempio soltanto allo sforzo di tensione. Si raggiunge lo scopo facendo queste aste di tal forma, ovvero collegandole agli estremi in guisa, che non debbano resistere a compressione ed aggiungendo delle altre aste ausiliari, le quali vengano ad esser tese quando il sopraccarico mobile occupa quelle posizioni, per le quali le prime aste riuscirebbero compresse.

Così per esempio nella trave reticolare a forma di pesce rappresentata nella fig. 14 (tav. II^a) si trova che durante il passaggio di un sopraccarico, tenendo anche conto del peso proprio della costruzione, alcune delle aste diagonali, come pure di quelle verticali, che chiameremo *montanti*, vanno soggette alternativamente a sforzi di compressione e di tensione. Questo fatto, oltre che contrario alla buona conservazione della costruzione; giacchè come è noto, una delle cagioni più rilevanti che deteriorano il materiale è appunto l'alternativa nella natura dello sforzo, esige poi che tutti quei pezzi abbiano tale forma geometrica di sezione da resistere tanto a tensione che a compressione, ciò che è contro l'economia della costruzione. Che se invece, ad un sistema di quelle aste, per esempio alle diagonali che sopportano l'alternativa dello sforzo, viene aggiunto un altro sistema di aste dirette in senso opposto (punteggiate in figura) dette anche *controdiagonali* e se si feggiano tante le une come le altre con semplici barre di sezione rettangolare e di piccolo spessore, queste resistono bene alla tensione, ma non alla compressione ed avverrà che durante il periodo nel quale le prime diagonali, dette anche *diagonali principali* (1); sarebbero compresse, entreranno in azione le controdiagonali che riusciranno tese e viceversa.

22. Nelle nostre ricerche supporremo che i collegamenti ai nodi della travatura siano fatti a cerniera e che i fori delle barre diagonali e controdiagonali siano alquanto allungati verso il centro delle barre medesime, di guisa che i perni che trovansi alle estremità di dette barre possono bensì stirarle ma non comprimerle. Per altro questa disposizione è pochissimo usata nella pratica e generalmente si preferisce per semplicità ed economia di inchiodare le estremità delle diagonali e controdiagonali unitamente agli altri pezzi. In tal caso i risultati che noi otterremo saranno soltanto approssimati; ma tale approssimazione potrà ritenersi sufficiente considerando che le diagonali e controdiagonali per la forma della loro sezione, comunque siano invariabilmente collegate alle estremità, non possono resistere a sforzi considerevoli di compressione.

(1) Chiameremo sempre *diagonali principali* quelle che prolungate incontrano l'asse verticale di simmetria al di sotto della trave e *controdiagonali* quelle che l'incontrano al di sopra.

23. Lo sforzo a cui va soggetta un' asta qualunque della trave deriva dal peso proprio della costruzione e dal carico accidentale che deve transitare sul ponte. Si suole rappresentare il primo, con abbastanza approssimazione, con un carico uniformemente ripartito ed esteso a tutta la lunghezza della trave. Quanto al carico accidentale, se il ponte è per strada ferrata, consiste esso in un complesso di carichi concentrati costituenti uno dei più pesanti treni che possono transitare sul ponte; se invece trattasi di una strada ordinaria il carico accidentale può consistere nei più pesanti carri che devono passare sul ponte, ovvero in una folla compatta di gente, o simultaneamente nell' un carico e nell' altro. Ma se la lunghezza della trave non è inferiore ai 30 metri, ciò che supporremo sempre in seguito, si può con sufficiente approssimazione rappresentare il carico accidentale, sia che trattisi di un ponte ferroviario, ovvero di un ponte per strada ordinaria con un carico fittizio ripartito uniformemente. Rappresenteremo dunque così il peso proprio come il carico accidentale con carichi uniformemente ripartiti: il primo fisso, il secondo mobile e lungo quanto la lunghezza del ponte.

24. In tutte le travi reticolari, di cui tratteremo, vi ha luogo a distinguere tre specie di aste: le aste di contorno, le aste diagonali ed i montanti. Per ciascuna di esse si può tracciare un diagramma che faccia conoscere la legge di variazione dello sforzo a cui l'asta va soggetta, in seguito al passaggio del carico accidentale. Per altro è facile riconoscere che per ciascuna asta di contorno un carico isolato, in un posto qualunque della trave, produce sempre uno sforzo dello stesso genere; ossia uno sforzo che è sempre di tensione, ovvero sempre di compressione. Ne deriva che per tali aste si avrà lo sforzo massimo quando il sopraccarico ricuopre completamente il ponte, e siccome d'altra parte il loro diagramma non ha alcuna relazione con quello dell' altre aste, risulta così d'importanza più teorica che pratica, bastando per il calcolo della sezione di conoscere lo sforzo massimo che, come si è detto, si ha quando il ponte è completamente sopraccaricato e può quindi essere determinato direttamente con metodi noti. Per questa ragione ci occuperemo noi qui soltanto dei diagrammi relativi alle aste diagonali ed ai montanti.

25. *Travi a contorno qualunque.* — Sia AB (fig. 12 tav. II^a) una trave reticolare appoggiata agli estremi in A e B: cominciamo dal costruire il diagramma che dà la legge di variazione dello sforzo a cui va soggetta una diagonale, per esempio la MN, durante il passaggio del sopraccarico.

S' imagini divisa la trave in due colla sezione $\sigma\sigma$ e consideriamo l'equilibrio della porzione di sinistra: questo avverrà sotto l'azione delle forze esterne applicate al tratto Aσ e col concorso di tre forze interne applicate alle sezioni dei tre membri tagliati e dirette secondo i loro assi, le quali rappresentano l'azione della parte di destra della trave che venne tolta. Di queste tre forze una soltanto interessa a noi di conoscere ed è quella diretta secondo la diagonale MN: si ottiene questa comodamente, applicando il noto metodo di *Ritter*, cioè per mezzo dell'equazione di equilibrio alla rotazione, prendendo il centro dei momenti nel punto O di concorso degli altri due membri tagliati. In una posizione qualunque del carico accidentale lo sforzo che si cerca, dipenderà dal peso proprio della costruzione e dal sopraccarico. Lo sforzo prodotto dal peso proprio è indipendente dalla posizione del sopraccarico ed

è quindi una costante che vedremo poi come si determina. Quanto allo sforzo prodotto dal carico accidentale, questo può riguardarsi come somma algebrica dello sforzo prodotto dalla reazione dell'appoggio A e di quello prodotto dal carico che trovasi nel tratto $A\sigma$; ossia anche qui il diagramma risulterà dalla sovrapposizione di due, cioè del diagramma della reazione e del diagramma del sopraccarico.

26. Indicando con R_1 la reazione dell'appoggio A prodotta dal carico accidentale, con λ il suo braccio di leva rispetto al polo O, con Y_1 lo sforzo secondo la diagonale MN prodotto dalla reazione R_1 e con y il braccio di leva rispetto allo stesso polo, si avrà

$$Y_1 = R_1 \frac{\lambda}{y} \qquad (3)$$

dalla quale si vede che la legge di variazione dello sforzo Y_1 eguaglia quella della reazione R_1, essendo il fattore $\frac{\lambda}{y}$ indipendente dalla posizione del sopraccarico.

Indicando con x la quantità di cui si è avanzata la testa del sopraccarico uniformemente ripartito, entrato dall' estremo B_0, si ha, chiamando al solito con l la lunghezza della trave e con p l' intensità del sopraccarico per metro corrente.

$$R_1 = \frac{px^2}{2l}$$

il quale valore sostituito nella (3) dà

$$Y_1 = \frac{p\lambda}{y} \cdot \frac{x^2}{2l} .$$

Da questa equazione si rileva che, prescindendo dal fattore costante $\frac{p\lambda}{y}$, possiamo rappresentare la legge di variazione dello sforzo Y_1 colla parabola $A_1C_1B_1$ ad asse verticale, il cui vertice cade in A_1 e la cui ordinata in corrispondenza di B_2 è eguale ad $\frac{l}{2}$. Le ordinate di tale parabola lette nella scala delle lunghezze e moltiplicate per il fattore $\frac{p\lambda}{y}$ fanno conoscere lo sforzo Y_1 dal momento in cui il carico entra per B_0 fino a che ha ricoperto tutto il ponte. Quando la testa del sopraccarico comincia ad uscire dall'estremo A_0, fino a che il ponte rimane scarico, chiamando con x la distanza che corre fra A_0 e la coda del sopraccarico, si ha

$$R_1 = \frac{px\left(l - \frac{x}{2}\right)}{l}$$

e quindi

$$Y_1 = \frac{p\lambda}{y} \cdot \frac{x\left(l - \frac{x}{2}\right)}{l} .$$

Dalla quale equazione si deduce che, prescindendo dal fattore $\frac{p\lambda}{y}$, si ottiene la legge di variazione dello sforzo Y_1 trasportando l'arco parabolico $A_1C_1B_1$ in B_1C_2D col vertice in B_1.

La figura $A_1C_1B_1C_2DA_1$ costituisce dunque il diagramma della reazione: giacchè esso rappresenta la legge di variazione dello sforzo Y_1, quando il sopraccarico entrando dall'appoggio B, si estende a mano a mano fino ad occupare l'intero ponte ed esce poi dall'appoggio A.

27. Veniamo ora a determinare la legge di variazione dello sforzo che indicheremo con Y_2 prodotto dal sopraccarico che trovasi nel tratto $A\sigma$.

Analogamente a quanto si è detto parlando delle travi omogenee a carico indiretto, ammetteremo che il sopraccarico scorra direttamente sopra travicelli come ab semplicemente appoggiati ai loro estremi su due traverse consecutive; il carico vien poi trasmesso ai nodi superiori della travatura per mezzo di ritti come bM, posti in corrispondenza di ogni traversa.

Ciò posto, quando la testa del sopraccarico ha oltrepassato la traversa a della quantità x, produce sull'altra traversa b una pressione, la cui intensità, se s'indica con δ la distanza ab che corre fra due montanti, è data da $\frac{px^2}{2\delta}$; lo sforzo Y_2 prodotto da tale pressione nella diagonale MN, se s'indica con λ_1 la distanza che corre fra la verticale per b ed il polo O, vien dato da

$$Y_2 = \frac{px^2}{2\delta}\,\frac{\lambda_1}{y}. \tag{4}$$

Quando la testa del sopraccarico che continua ad avanzarsi ha oltrepassato di x la traversa b, si aggiunge per il carico che trovasi nel tratto bA_0 un altro sforzo Y'_2 dato da

$$Y'_2 = \frac{px\left(\lambda_1 - \frac{x}{2}\right)}{y}. \tag{5}$$

Le (4) e (5) possono scriversi anche come segue:

$$Y_2 = \frac{p\lambda}{y}\,\frac{\lambda_1}{\lambda}\,\frac{x^2}{2\delta} \tag{6}$$

$$Y'_2 = \frac{p\lambda}{y}\left(\frac{\lambda_1}{\lambda}x - \frac{x^2}{2\lambda}\right). \tag{7}$$

28. Si riconosce facilmente dalla figura che tanto Y_2 come Y'_2 sono di natura contraria allo sforzo Y_1 prodotto dalla reazione dell'appoggio: e precisamente mentre i primi rappresentano una pressione, quest'ultimo è una tensione; ne deriva che il diagramma che darà la legge di variazione dello sforzo Y_2, andrà in sottrazione del diagramma già descritto che dà la legge di variazione dello sforzo Y_1. Di più dalle (6) e (7) facilmente si riconosce che gli sforzi Y_2 ed Y'_2 variano secondo le ordinate di due archi di parabole ad assi verticali e che si raccordano fra loro; facendo infatti nella (6) $x = \delta$ e nella (7) $x = o$ si ottiene per la derivata prima lo stesso valore. Il vertice della parabola rappresentata dalla (6) corrisponde ad $x = o$ e quello della (7) ad $x = \lambda$, come si ricava eguagliando a 0 le rispettive derivate prime.

Facendo poi nella (6) $x = \delta$ ed indicando con (Y_2), il valore speciale che assume Y_2 si ha

$$(Y_2) = \frac{p\lambda}{y} \frac{\lambda_1}{\lambda} \frac{\delta}{2} . \tag{8}$$

Questo sforzo rimane costante quando il sopraccarico prosegue ad inoltrarsi: d'altra parte facendo nella (7) $x = \lambda_1 - \lambda$ e notando con (Y'_2) il valore speciale che assume Y'_2, si ottiene

$$(Y'_2) = \frac{p\lambda}{y} \frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} \tag{9}$$

cosicchè lo sforzo totale Y_2 quando il ponte è completamente sopraccaricato e che indicheremo con $[Y_2]$, sarà dato da

$$[Y_2] = (Y_2) + (Y'_2) = \frac{p\lambda}{y} \left\{ \frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right\} \tag{10}$$

Prescindendo dal fattore $\frac{p\lambda}{y}$, come si è fatto per la rappresentazione dello sforzo Y_1, lo sforzo dato dalla (10) verrà rappresentato dal segmento

$$\frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} .$$

Ne deriva che lo sforzo totale Y, eguale alla somma algebrica degli sforzi Y_1 ed Y_2, sarà rappresentato, quando il sopraccarico occupa tutto il ponte, dal segmento

$$\frac{l}{2} - \left(\frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) . \tag{11}$$

29. Si deve poi aggiungere lo sforzo prodotto dal peso proprio della costruzione, il quale, essendo anche esso un carico ripartito uniformemente ed esteso a tutta la trave, se si rappresenta con p_0 la sua intensità per metro corrente, sarà dato da

$$\frac{p_0 \lambda}{y} \left\{ \frac{l}{2} - \left(\frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) \right\}$$

ovvero anche da

$$\frac{p\lambda}{y} \cdot \frac{p_0}{p} \left\{ \frac{l}{2} - \left(\frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) \right\} .$$

30. Ciò posto, ritorniamo alla costruzione del diagramma. Nel nostro caso lo sforzo prodotto dal peso proprio è una tensione; giacchè risulta positiva la differenza (11); si prenda quindi al di sotto dell' orizzontale $A_1 D$ il segmento

$$A_1 A_2 = \frac{p_0}{p} \left\{ \frac{l}{2} - \left(\frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) \right\}$$

che può costruirsi graficamente con molta semplicità e si tiri l' orizzontale $A_2 D_2$: le ordinate del diagramma $A_2 A_1 C_1 B_1 C_2 D D_2 A_2$, lette nella scala delle lunghezze e moltiplicate per $\frac{p\lambda}{y}$, danno lo sforzo nella diagonale M N prodotto dal preso proprio della costruzione e dalla reazione R_1 dell'appoggio A relativa al carico accidentale.

Nella figura si è supposto $\frac{p_0}{p} = \frac{1}{3}$.

Non rimane più che sottrarre da questo diagramma, quello che rappresenta lo sforzo Y_2, ossia il diagramma del sopraccarico. Per ciò preso $a_1 B_2 = A_0 a$ e $b_1 B_2 = A_1 b$ si riportino i segmenti

$$b_1 b_2 = \frac{\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda} \quad \text{e} \quad B_2 B_3 = \frac{\lambda^2_1 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2}\frac{\lambda_1}{\lambda}$$

e si traccino i due archi di parabole $a_1 b_2$ e $b_2 B_3$ rappresentati dalle equazioni (6) e (7), i quali riescono abbastanza esattamente determinati dalle tangenti estreme e dalle ordinate medie, ciò che è subito ottenuto, ricordando che debbono raccordarsi in b_2 e che la prima parabola ha il vertice in a_1.

Dal momento in cui il sopraccarico comincia ad uscire da A_0, fino a che la coda ha raggiunto la traversa a, lo sforzo Y_2 rimane costante e massimo: preso quindi $a_2 D_2 = A_0 a$ e condotta la verticale $a_2 a_3$ il diagramma del sopraccarico prosegue coll' orizzontale $B_3 a_3$. Da questo punto fino a che il sopraccarico ha completamente abbandonato il ponte, si ottiene il diagramma dello sforzo Y_2 riportando in $a_3 b_3 D_2$ la stessa linea $a_1 b_2 B_3$ già descritta, ma rovesciata in modo che il vertice a_1 venga in a_3.

Si ha dunque nella figura $a_1 b_2 B_3 a_3 b_3 D_2 a_1$ il diagramma del sopraccarico, e quindi nel diagramma:

$$A_2 A_1 C_1 B_1 C_2 D D_2 b_3 a_3 B_3 b_2 a_1 A_2$$

la legge di variazione dello sforzo Y durante il transito di tutto il sopraccarico e tenuto conto anche del peso proprio della costruzione.

L' intensità dello sforzo Y si ottiene leggendo le ordinate del diagramma nella scala delle lunghezze e moltiplicandole pel coefficiente $\frac{p\lambda}{y}$.

31. Per i tratti $A_2 E_1$ ed $F_1 D_2$ di questo diagramma si ha per Y uno sforzo di tensione; mentre invece pel tratto $E_1 F_1$ si avrebbero sforzi di compressione: non potendo la diagonale M N resistere a questo genere di sforzo, ciò vuol dire che in quel tratto entrerà in azione la controdiagonale. Lo sforzo massimo a cui essa andrà soggetta sarà dato dall'ordinata massima della parte $E a_3 b_3 F E$ del diagramma moltiplicata per $\frac{p\lambda}{y}$; giacchè essendo la trave simmetrica, il braccio di leva della controdiagonale risulta eguale a quello della diagonale.

32. Si determinano esattamente le ordinate corrispondenti al massimo sforzo Y, tanto per la diagonale, come per la controdiagonale, nel modo seguente.

Supponiamo che la trave venga percorsa da un carico isolato: è facile riconoscere che esiste una posizione tale del carico nel tratto $a b$, per la quale lo sforzo nella diagonale M N è nullo e che comunque si sposti il carico a destra di quella posizione ovvero a sinistra si ha rispettivamente per la diagonale stessa uno sforzo di tensione ovvero di compressione. Si avrà quindi il massimo sforzo di tensione prodotto dal sopraccarico ripartito uniformemente, quando la testa del medesimo entrando per B_0 ha raggiunto la posizione suddetta.

Or bene si ottiene graficamente quella posizione conducendo per il polo O un' obliqua qualunque ad incontrare in d e c le verticali delle traverse a e b e

congiungendo questi punti rispettivamente coi punti d'intersezione *e* ed *f* dell'orizzontale condotta per O colle verticali degli appoggi della trave: il punto *g* comune a queste congiungenti trovasi sulla verticale del carico nella posizione richiesta. Tale costruzione resta giustificata osservando che per essere nullo lo sforzo nella diagonale M N, deve la risultante della reazione dell'appoggio A e della componente del carico sulla traversa *b* passare pel polo O.

Ciò posto, non rimane che riportare in $A_2 e_1$ la distanza che ha il carico in quella posizione dall'estremo B_0 e tirare la verticale; si ottiene così l'ordinata η corrispondente allo sforzo massimo Y nella diagonale. Riportando in $B_2 e_2$ la stessa distanza, si ottiene in η_1 l'ordinata corrispondente allo sforzo massimo nella controdiagonale.

33. Nella fig. 14 (tav. II[a]) trovasi ancora rappresentata la stessa trave di cui ci siamo or ora occupati e nella fig. 15 (tav. II[a]) si sono descritti i diagrammi per tutte le diagonali, eccettuata la 1, la quale va piuttosto considerata come un'asta di contorno, non risultando il membro 6 elemento essenziale della costruzione. Si è supposto $\frac{p_0}{p} = \frac{1}{2}$, come potrebbe verificarsi in un ponte per strada ordinaria.

Da questi diagrammi risulta che le controdiagonali sono necessarie soltanto per i quattro campi di mezzo della trave e si deducono nello stesso tempo, seguendo il metodo del numero precedente, le ordinate massime relative tanto alle diagonali come alle controdiagonali. Queste lette nella scala delle lunghezze e moltiplicate ciascuna per il relativo $\frac{p\lambda}{y}$ fanno conoscere gli sforzi massimi.

34. Da questi stessi diagrammi apparisce chiara l'influenza del peso proprio relativamente al numero delle controdiagonali. Si vede cioè che quanto maggiore è il peso proprio in confronto al carico accidentale tanto più si abbassano i diagrammi del sopraccarico e diminuisce il numero dei diagrammi intrecciati, ossia diminuisce il numero dei campi della trave che devono essere provvisti di controdiagonale.

35. Veniamo ora a dire dei diagrammi relativi ai montanti. Se la trave presentasse un solo sistema di diagonali, si costruirebbero tali diagrammi seguendo in tutto lo stesso metodo tenuto per le diagonali; ma la presenza delle controdiagonali complica un poco la questione e sarà quindi utile parlare dettagliatamente anche della costruzione di questi altri diagrammi.

36. Cominciamo dal montante 4: i due campi ad esso adiacenti sono ambedue provvisti di controdiagonale: ciò fa sì che durante il passaggio del sopraccarico per ben quattro volte mutano le condizioni statiche del montante; ed infatti osservando attentamente la fig. 15 si ricava quanto segue:

a) Dal momento in cui entra il sopraccarico per B_0 fino a che la coda se ne è allontanata di una quantità eguale $B_1 \alpha_1$, agiscono le due diagonali principali 3 e 4.

b) Durante il tempo che la coda del sopraccarico si sposta ulteriormente, fino a distare da B_0 della quantità $B_1 \beta_1$, agiscono la diagonale principale 3 e la controdiagonale 4'.

c) Da questo momento fino a che la coda del sopraccarico dista da B_0 di una lunghezza eguale a $B_1 \gamma_1$ agiscono le controdiagonali 3' e 4'.

d) Proseguendo a spostarsi il sopraccarico fino a che la coda dista da B° della quantità $B_1\delta_1$ ritornano ad agire la diagonale principale 3 e la controdiagonale 4'.

e) Finalmente da questo punto fino a che il sopraccarico è completamente uscito, agiscono di nuovo le due diagonali principali 3 e 4.

Questi risultati sono rappresentati schematicamente nella fig. 16 e nelle figure (*a*), (*b*), (*c*), (*d*), (*e*), (tav. II^a): infatti quest' ultime rappresentano rispettivamente i sistemi di barre che entrano in azione nei periodi compresi fra la prima e la seconda condizione di carico rappresentate nella fig. 16, fra la seconda e la terza e così via.

Per i sistemi rappresentati con (*a*) (*c*) ed (*e*) non vi ha difficoltà a costruire il diagramma pel montante 4: si può infatti imaginare il piano segante $\sigma\sigma$ che oltre al montante seghi due aste di contorno e descrivere quindi il diagramma seguendo lo stesso metodo tenuto per le diagonali; ciò che venne fatto nella fig. 17 (tav. II^a). Soltanto è da avvertire che se si vuole un diagramma continuo (ciò che d'altra parte non risulta affatto necessario) bisogna riportare in $\beta_3\gamma_3\gamma_4\beta_4$ la porzione del diagramma $\beta_1\gamma_1\gamma_2\beta_2$ relativo al caso (*c*). Questa con tutto che si sviluppi al di sotto del diagramma della reazione corrisponde però sempre a sforzi di compressione; come si riconosce facilmente osservando che per la nuova inclinazione del piano segante $\sigma\sigma$ rispetto a quella del caso (*a*) ed (*e*) resta invertita la natura degli sforzi dati dai due diagrammi ausiliari.

Resta ancora a completare il diagramma per i tratti $\alpha_1\beta_1$ e $\gamma_1\delta_1$; ciò può farsi mantenendo lo stesso piano segante $\sigma\sigma$ condotto pel caso (*a*) ed aggiungendo per quei tratti al diagramma del caso (*a*), che è poi quello stesso del caso (*e*), lo sforzo di compressione prodotto dalla controdiagonale 4' che viene ad essere segata da quel piano.

Chiamando al solito con Y lo sforzo di tensione della controdiagonale 4', il suddetto sforzo di compressione avrà per valore

$$Y\,\frac{y'}{z}$$

se con y' s' indica il braccio di leva della controdiagonale 4' rispetto al polo del montante e con z quello del montante stesso. E ricordando che lo sforzo Y è dato da

$$Y = \frac{p\lambda}{y}\,\eta$$

dove η rappresenta l'ordinata del relativo diagramma, lo sforzo di compressione che si cerca sarà anche dato da

$$\frac{p\lambda}{y}\,\eta\,\frac{y'}{z}$$

ovvero anche, indicando con λ' il braccio di leva della reazione dell'appoggio A rispetto al polo del montante, dà

$$\frac{p\lambda'}{z}\,\frac{\lambda}{\lambda'}\,\frac{y'}{y}\,\eta$$

ossia, prescindendo dal fattore $\frac{p\lambda'}{z}$ che è il coefficiente relativo al diagramma del

montante, si ottiene l'ordinata proporzionale allo sforzo di compressione nel montante stesso prodotto dalla controdiagonale 4', moltiplicando le ordinate del diagramma ad essa relativo per i due rapporti $\frac{\lambda}{\lambda'}$, $\frac{y'}{y}$. Così facendo, si sono dedotte nella fig. 17 le due porzioni di diagramma $\alpha\beta\beta_3$ e $\delta\gamma\gamma_3$ che completano il diagramma relativo al montante 4; le sue ordinate lette nella scala delle lunghezze e moltiplicate pel coefficiente $\frac{p\lambda}{z}$ danno lo sforzo a cui quel montante va soggetto durante il passaggio del sopraccarico, tenuto anche conto del peso proprio della costruzione.

37. Vogliamo ancora parlare dettagliatamente del diagramma relativo al montante di mezzo 5, il quale trovasi in condizioni speciali, in quanto che, fatte le sezioni σ analogamente al montante 4, il centro dei momenti, va a distanza infinita.

Anche per questo montante devonsi distinguere cinque periodi del tutto simili a quelli del montante 4 e la cui durata ricavasi dalla fig. 15, prendendo in esame i diagrammi relativi alle diagonali e controdiagonali 4 e 5. Da questi risulta chiaramente che:

nel 1° periodo agiscono le diagonali 4 e 5
» 2° » » la diagonale 4 e la controdiagonale 5'
» 3° » » le diagonali 4 e 5
» 4° » » la controdiagonale 4' e la diagonale 5
» 5° » » le diagonali 4 e 5.

Nel 2° periodo la sezione σ va fatta parallelamente alla diagonale 4 e la legge di variazione dello sforzo del montante 5 segue la legge di variazione della forza tagliante nel campo a sinistra del montante stesso. Nel 4° periodo si deve sezionare la trave con un piano parallelo alla controdiagonale 4' e la legge di variazione dello sforzo nel montante segue la legge di variazione della forza tagliante nel campo a destra del montante stesso. Negli altri tre periodi mantenendo lo stesso piano segante del 2° periodo, questo taglierà anche la diagonale 5 e si dovrà quindi aggiungere lo sforzo di compressione provenjente dallo sforzo di tensione nella diagonale 5.

Un tale diagramma è stato tracciato nella fig. 18 (tav. II^a): il suo coefficiente è p ed infatti, per essere andato il polo all'infinito, il fattore $\frac{\lambda'}{z}$ risulta eguale all'unità. Per il tratto $a\,b$ il diagramma è identico a quello che dà la legge di variazione della forza tagliante nel campo a sinistra del montante; pel tratto $c\,d$ coincide col diagramma della legge di variazione della forza tagliante nel campo a destra del montante. Nei tratti $A_1 a$, $b\,c$, $d\,D$ si è aggiunto al diagramma della forza tagliante nel campo a sinistra, il diagramma dello sforzo proveniente dalla tensione nella diagonale 5; ciò che si è ottenuto moltiplicando le ordinate corrispondenti nella fig. 15 per il fattore $\frac{\lambda}{y}\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$ dove α indica l'angolo che la diagonale 5 fa colla normale ai pezzi di contorno, e β l'angolo d'inclinazione dei pezzi di contorno all'orizzontale.

38. Nella fig. 19 (tav. II^a) sono rappresentati i diagrammi relativi agli altri montanti, descritti secondo le regole di sopra esposte.

39. Dalle fig. 17, 18, 19 risulta che nessuno dei montanti va mai soggetto a tensione; di guisa che, nella trave di cui trattiamo, coll'aggiunta delle controdiagonali nei quattro campi intermedî, si è eliminata l'alternativa degli sforzi tanto nelle diagonali, come nei montanti.

40. *Travi a contorno parabolico.* — Una proprietà comune a tutte queste travi, si è che, quando sopportano un carico uniformemente ripartito esteso a tutta la trave, le diagonali non vanno soggette a sforzo alcuno. E ciò perchè il contorno di queste travi funziona, per quella condizione di carico, da poligono funicolare connettente un sistema di forze di cui i montanti rappresentano le linee; ne deriva che il sistema è in equilibrio senza il concorso delle aste diagonali.

41. Dalla possibilità di foggiare il solo corrente superiore o l'inferiore od ambedue ad arco di parabola ne derivano tre diversi tipi di travi paraboliche; ulteriori distinzioni vanno poi fatte riguardo al modo di applicazione del carico, potendo questo agire sui nodi superiori o sugli inferiori, ovvero essere ripartito tanto sugli uni che sugli altri.

42. Noi prenderemo a considerare soltanto la trave parabolica rappresentata nella fig. 20 (tav. I^a), nella quale il contorno superiore è orizzontale, l'inferiore è un poligono iscritto in una parabola ed il carico viene trasmesso ai nodi superiori della travatura. Lasciamo al lettore di estendere alle altre travi, quello che diremo per questa.

43. La fig. 21 rappresenta i diagrammi relativi alle diagonali, i quali vennero descritti seguendo le regole generali date per la trave a forma di pesce, già studiata; se non che in grazia del contorno parabolico si può da questi diagrammi dedurre le seguenti considerazioni generali:

a) Lo sforzo nelle diagonali e controdiagonali, quando il ponte è scarico o completamente caricato, è nullo, ed infatti risulta

$$\frac{l}{2} - \left(\frac{\lambda_1^2 - \lambda^2}{2\lambda} + \frac{\delta}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda} \right) = 0 .$$

b) Dal momento in cui il carico entra dall'appoggio B fino a che ha ricoperto completamente il ponte, agiscono tutte le diagonali dirette in un senso; dal momento in cui il carico comincia ad uscire dall'appoggio A fino a che ha abbandonato del tutto il ponte, agiscono tutte le diagonali dirette nell'altro senso.

c) La legge di variazione dello sforzo di tensione per una diagonale qualunque è quella stessa che per la controdiagonale; ma non così lo sforzo, giacchè non avendo la trave un asse orizzontale di simmetria, il braccio di leva della controdiagonale risulta diverso da quello della diagonale e quindi anche diverso è il coefficiente $\frac{p\lambda}{y}$ delle due parti del diagramma.

44. In queste travi a contorno parabolico possono ottenersi analiticamente mediante una formola molto semplice le distanze λ_1 e quindi anche le λ; il che può riuscire utile per la costruzione esatta tanto del profilo della trave, come dei diagrammi. Supponendo divisa tutta la trave di lunghezza l in m campi eguali di lunghezza δ, ed indicando con n il numero di questi campi che trovansi fra l'asse

verticale di simmetria della trave e quel montante che dista dal polo di λ_1, si ricava facilmente dalle proprietà della parabola

$$\lambda_1 = \frac{\frac{m^2}{4} - n^2}{2n-1}\delta \quad (^1) \qquad (12)$$

dalla quale formola, facendo successivamente $n = 1, 2 \ldots\ldots \left(\frac{m}{2} - 1\right)$, si ottengono con molta rapidità tutti i valori di λ_1.

45. Nella fig. 22 (tav. I^a) trovansi descritti i diagrammi relativi ai montanti, i quali devonsi distinguere in due parti, la prima relativa al periodo che corre tra l'entrata del sopraccarico dall'appoggio B fino al ricoprimento completo del ponte: la seconda corrispondente al periodo che corre tra il momento in cui comincia ad uscire il sopraccarico dall'appoggio A fino a che il ponte è completamente scaricato. Nel primo periodo, come è stato già osservato, agiscono tutte le diagonali dirette in un senso e precisamente quelle che, partendo dai nodi superiori della travatura, sono inclinate verso destra; nella stessa direzione dovranno quindi imaginarsi le sezioni σ per determinare gli sforzi nei montanti. Nel secondo periodo invece, agendo le diagonali dirette nell'altro senso, si dovrà anche mutare la direzione dei piani seganti per determinare lo sforzo nei montanti. Ne deriva che per ciascun montante si hanno due poli e quindi per le due parti del diagramma, due coefficienti diversi, il primo relativo al primo periodo, il secondo al secondo. Ed è per questa ragione che se si ribaltassero le parti dei diagrammi relative al secondo periodo, analogamente a quel che è stato fatto per la trave a pesce, si avrebbero in corrispondenza della verticale media dei salti bruschi, mentre invece i diagrammi risulterebbero continui se le due parti fossero ridotte ad avere lo stesso coefficiente.

46. In grazia del modo abbastanza semplice di agire delle diagonali in queste travi paraboliche, ne deriva una semplificazione notevole anche nei diagrammi dei montanti; infatti ciascuna delle due parti, di cui risultano formati, presenta il

(1) Sia infatti *abcde* fig. 25 (tav. I^a) un poligono iscritto in una parabola: si ha per l'ordinata y di uno qualunque dei suoi vertici.

$$y = f\left(1 - 4\frac{x^2}{l^2}\right) \quad (1)$$

e dalla figura

$$\frac{y_1}{\lambda_1} = \frac{y_2}{\lambda_1 + \delta}$$

da cui

$$\lambda_1 = \frac{\delta}{\frac{y_2}{y_1} - 1}$$

e sostituendo ad y_2 ed y_1 i valori corrispondenti forniti dalla (1) si ha

$$\lambda_1 = \frac{\frac{l^2}{4} - x^2_1}{2x_1 - \delta}$$

dalla quale si ricava poi la (12) più comoda pel calcolo numerico, esprimendo l ed x in funzione di δ.

carattere dei diagrammi relativi alle barre di un reticolato semplice, cioè senza controdiagonali.

47. Mentre nel primo periodo le ordinate dei diagrammi si sviluppano al di sopra della parabola relativa alla reazione dell'appoggio, nella seconda parte invece si sviluppano al disotto; ma riflettendo che nel secondo periodo resta invertita la natura degli sforzi dati dai due diagrammi ausiliari, se ne deduce che tanto l'una parte come l'altra corrispondono a sforzi di compressione.

Ribaltando le ordinate di una delle due parti intorno alla parabola della reazione e riducendole allo stesso coefficiente dell'altra parte, si potrebbe ottenere un diagramma continuo del genere degli altri già visti: ma ciò non porta alcun giovamento pratico e risulta quindi un lavoro inutile.

È da tener presente che pel montante 1 lo sforzo prodotto dalla reazione dell'appoggio nel secondo periodo è nullo; mentre quello prodotto dal carico venne rappresentato col diagramma $abcde$ il cui coefficiente è p.

Nella costruzione dei diagrammi si suppose per questa trave $\frac{p_0}{p} = \frac{1}{3}$.

48. È importante di osservare che anche in questa trave i montanti vanno soggetti sempre a sforzi di compressione, cosicchè per mezzo delle controdiagonali resta impedita l'alternativa degli sforzi tanto nelle diagonali che nei montanti.

49. *Travi a correnti paralleli.* — Veniamo finalmente a dire delle travi reticolari a correnti paralleli: in queste il polo relativo ad una diagonale o ad un montante qualunque va a distanza infinita e quindi lo sforzo segue la legge di variazione della forza tagliante. Ciò semplifica notevolmente i diagrammi, i quali prendono la forma di quelli relativi alla forza tagliante in una trave omogenea a carico indiretto.

50. Nella fig. 23 (tav. II[a]) è rappresentata una di queste travi e nella fig. 24 (tav. II[a]) i diagrammi relativi alle diagonali. Si è cominciato dal descrivere i due archi di parabola A_1B_1 e B_1D raccordantisi in B_1 e che hanno lo stesso significato dato loro al n. 3. Preso quindi il segmento A_1A_2 eguale alla forza tagliante che si ha per effetto del peso proprio nel secondo campo della trave (nella figura si è supposto $\frac{p_0}{p} = \frac{1}{4}$) si è costruita come al n. 8 la linea A_2abcdD_1. Le ordinate del diagramma:

$$A_1A_2abcdD_1DB_1A_1$$

lette nella scala delle lunghezze e moltiplicate per $\frac{p}{\cos\alpha}$ danno lo sforzo nella diagonale 1 per le varie posizioni del sopraccarico. Con un semplice spostamento orizzontale e verticale della linea A_2abcdD_1 si ottengono i diagrammi per tutte le diagonali, come risulta evidente dopo quanto è stato detto parlando della forza tagliante nelle travi omogenee.

Sono necessarie le controdiagonali in tutti quei campi le cui diagonali presentano un diagramma intrecciato.

51. La costruzione data al n. 32 per determinare le ordinate massime dei diagrammi, risulta in queste travi notevolmente semplificata. Per essere infatti tutti i

poli a distanza infinita, la costruzione per determinare la posizione del carico isolato che produce sforzo nullo in una diagonale, si effettua rapidamente per tutte le diagonali nel modo seguente. Si conduca per A una trasversale ad arbitrio; dai punti dove essa interseca le verticali dei montanti, si conducano delle orizzontali; si congiunga poi il punto B coll' intersezione di ciascuna di tali orizzontali colla verticale del montante immediatamente successivo. L' intersezioni della trasversale col fascio dei raggi uscenti da B determinano le verticali richieste: le quali servono poi, come si è già visto, per determinare le ordinate massime dei diagrammi.

52. Da questi stessi diagrammi relativi alle diagonali, si ricavano quelli per i montanti, tenendo presente che, essendo rettilineo il corrente superiore della trave, un montante qualunque non sopporta alcuno sforzo durante il periodo nel quale nei campi adiacenti agiscono le diagonali concorrenti all'estremo inferiore del montante stesso. Cominciando dal montante II, si rileva immediatamente che il suo diagramma coincide con quello della diagonale 2, salvo il coefficiente il quale è eguale a $\frac{p}{\cos\alpha}$ per tutti i diagrammi delle diagonali, mentre è semplicemente p per quelli dei montanti.

Il diagramma del montante III per i tratti $A_1 f$ e $g D_2$ coincide col diagramma della diagonale 3 e pel tratto fg ha ordinate nulle, ed infatti questo tratto corrisponde al periodo in cui agisce la controdiagonale 3' e quindi il montante III non sopporta sforzo alcuno.

Il diagramma del montante IV presenta la forma più generale, perchè i due campi della trave, ad esso adiacenti, sono ambedue provvisti di controdiagonale: venne indicato nella fig. 24 con linee più marcate. Esso coincide con quello della diagonale 4 nei tratti $A_1 h$ ed $m D_2$ nei quali è quindi rappresentato dalle figure $A_1\alpha\beta\gamma h_1 B_1 A_1$ ed $m_1 D u m_1$: ha ordinate nulle nei tratti hf e gm, ossia il diagramma si riduce alle linee $h_1 f_1$ e $g_1 m_1$ e coincide col diagramma della diagonale 3 pel tratto fg, per il quale tratto è quindi rappresentato dalla figura $f_1 \delta g_1 f_1$.

Finalmente il diagramma del montante V ha ordinate nulle nei tratti $A_1 n$, qh, $m D_2$: coincide col diagramma della diagonale 5 pel tratto nq e con quello della diagonale 4 pel tratto hm.

Il diagramma del montante I non presenta alcuna importanza: lo sforzo a cui va soggetto è sempre eguale al carico applicato al nodo; è quindi massimo ed eguale a $(p_0 + p)\ \delta$ durante tutto il periodo in cui sono sopraccaricati i primi due campi a sinistra.

53. Si riconosce facilmente che anche in queste travi coll'aggiunta delle controdiagonali, si hanno le diagonali soggette soltanto a sforzi di tensione ed i montanti soltanto a sforzi di compressione (*).

(*) Questa Memoria fu comunicata al Presidente il 5 ottobre 1879.

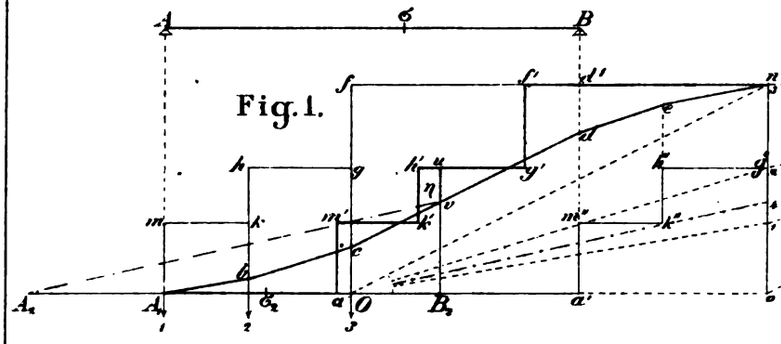
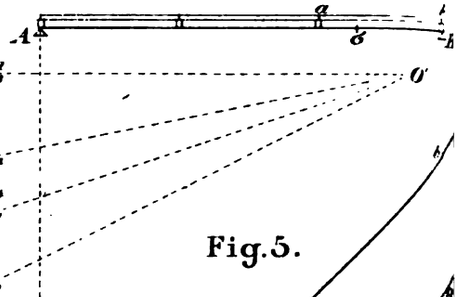


Fig. 1.



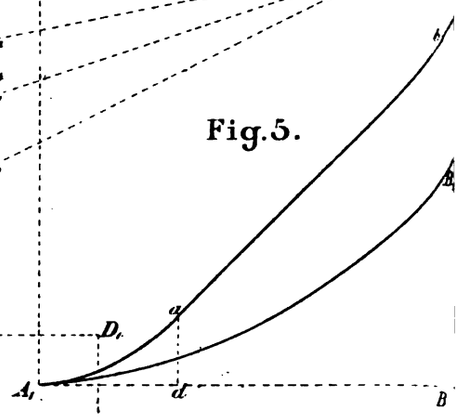


Fig. 5.

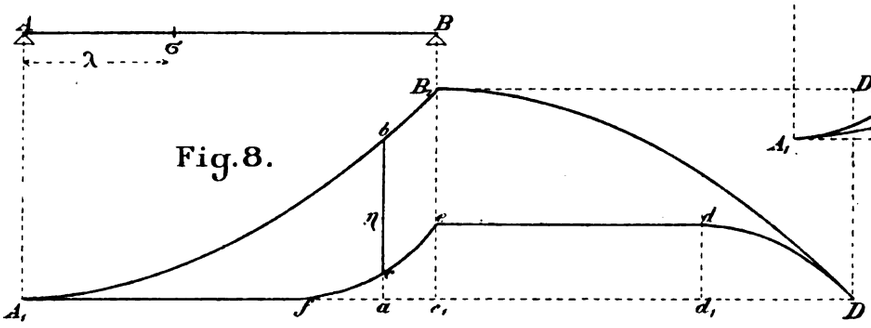


Fig. 8.

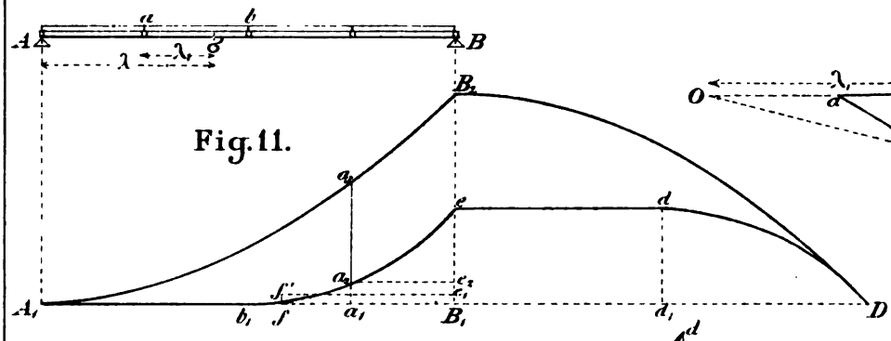


Fig. 11.

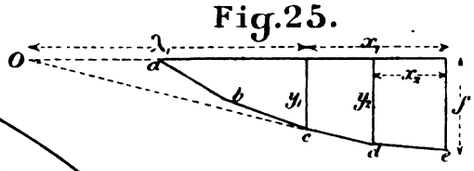


Fig. 25.

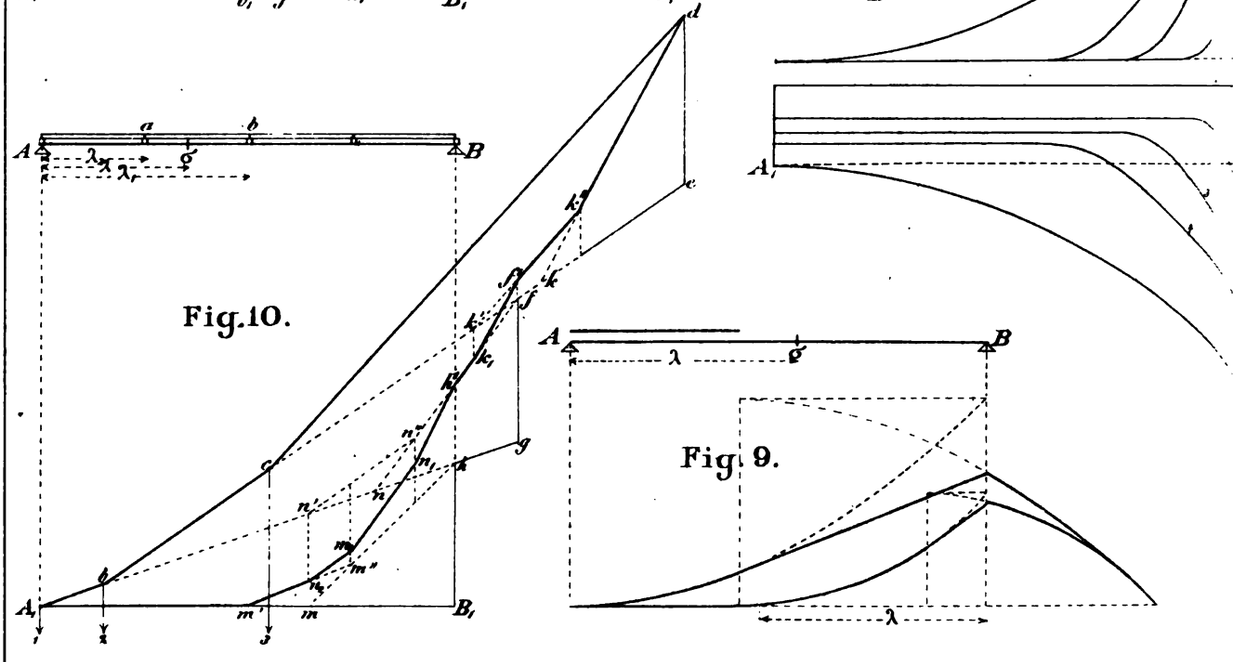


Fig. 10.

Fig. 9.

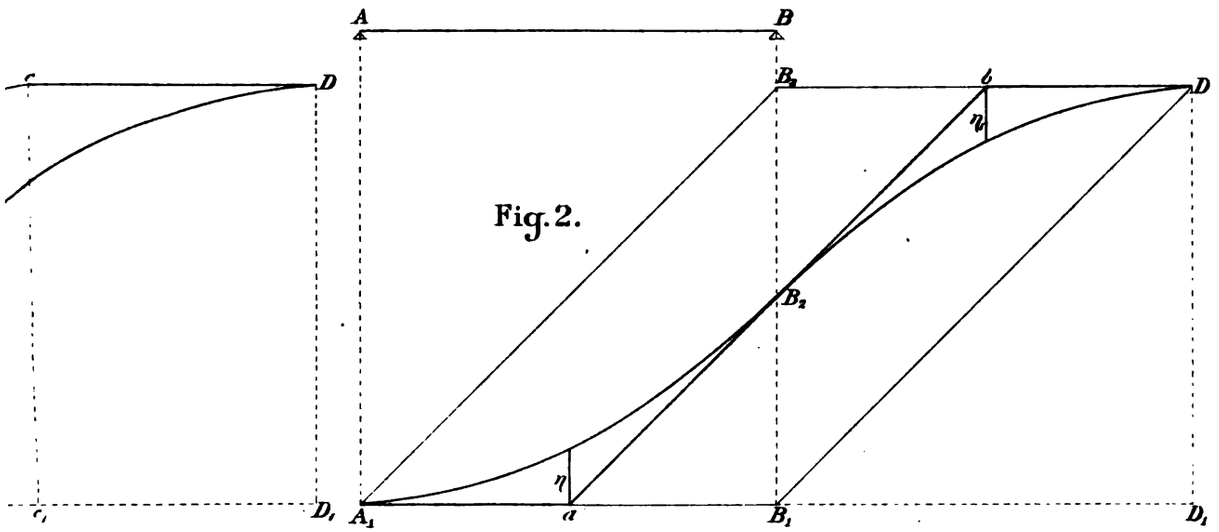


Fig. 2.

Fig. 20.

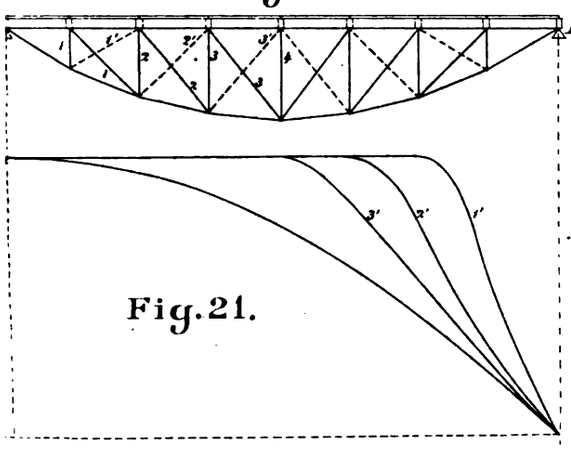


Fig. 21.

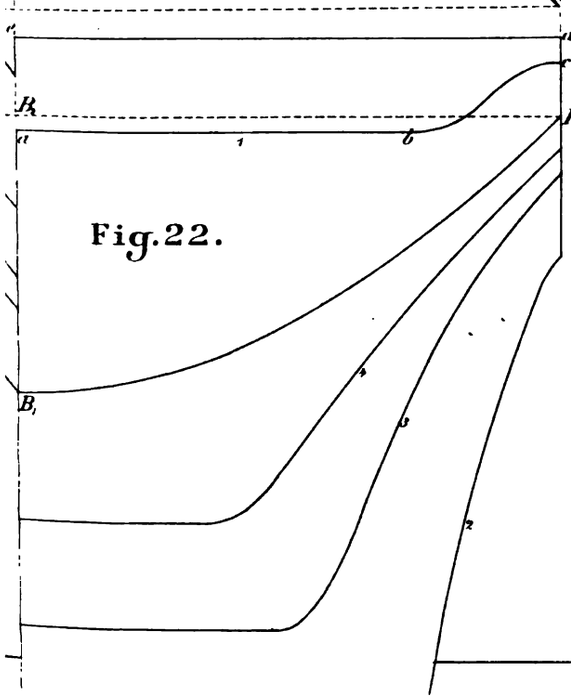


Fig. 22.

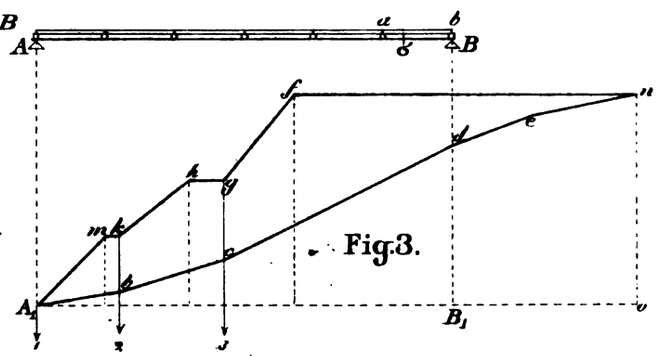


Fig. 3.

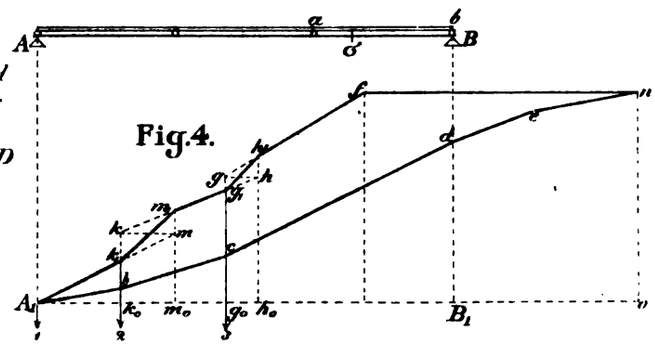


Fig. 4.

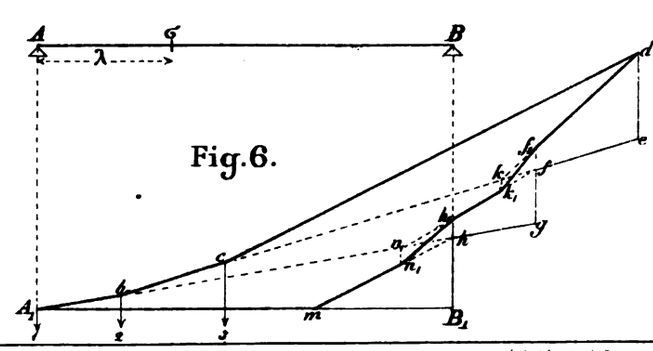
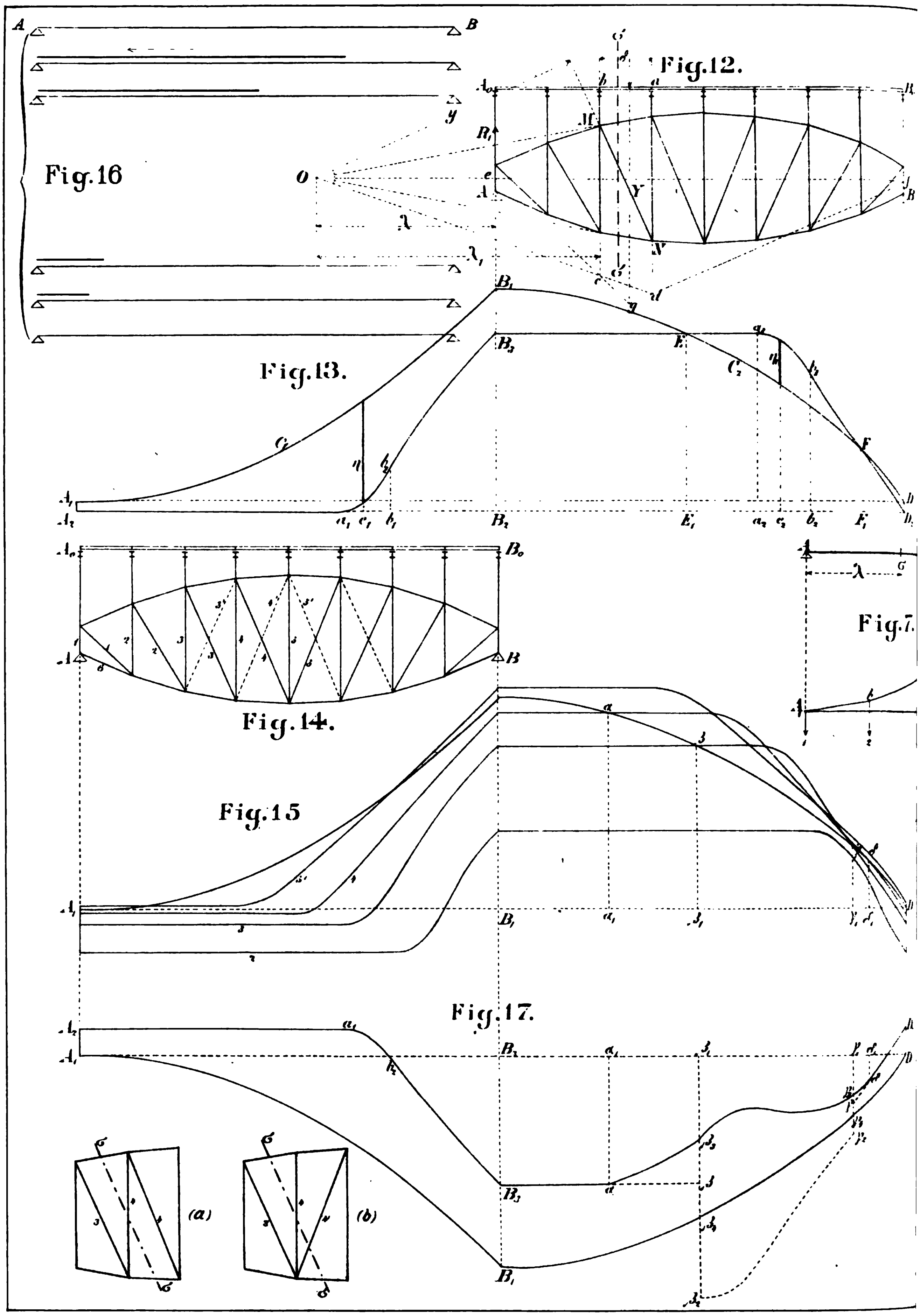


Fig. 6.

Lit. Martelli Roma



C. Guidi dis

Fig. 18.

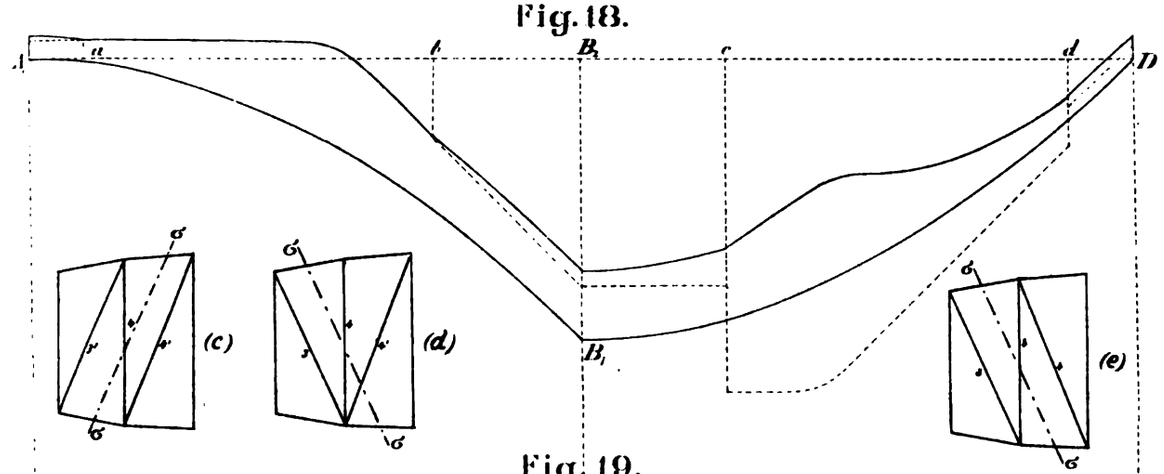


Fig. 19.

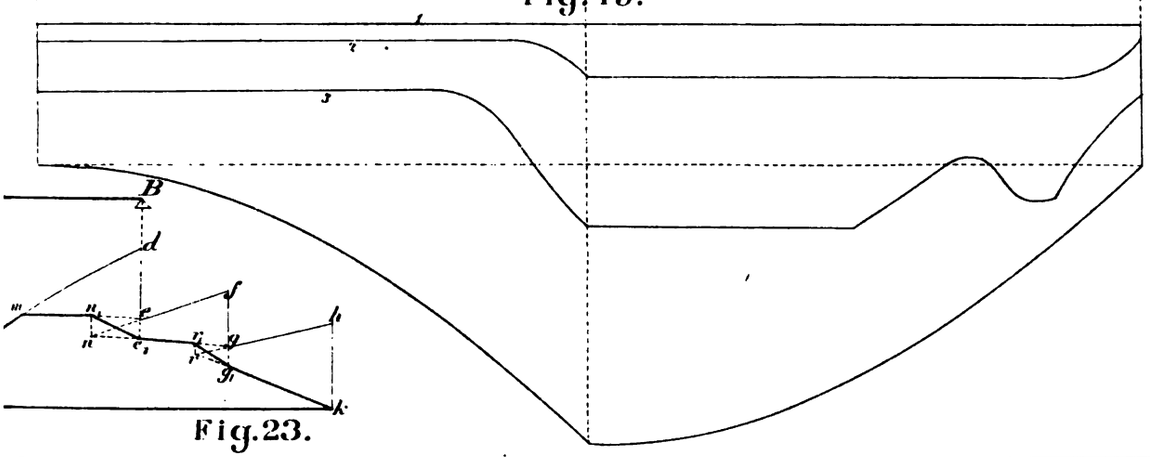


Fig. 23.

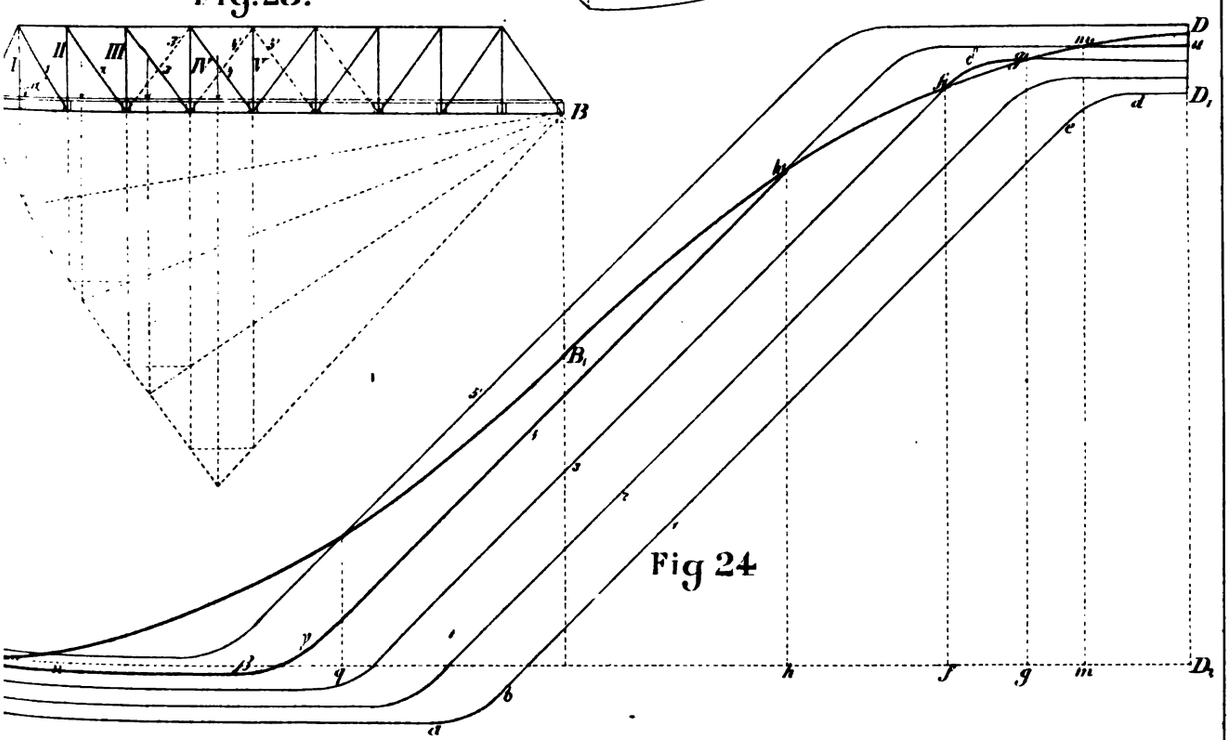


Fig 24

Lit. Martelli Roma

Sulla Statica.

Nota del Socio GIUSTO BELLAVITIS presentata al Presidente

nel mese di agosto 1879.

Ho più volte parlato del vecchio metodo grafico per determinare le risultanti delle forze, oggetto che forma parte della *Statica grafica*; le costruzioni sono poco comode quando si riferiscono a figure a tre dimensioni. Parmi che possano giovare facili calcoli sopra quelle espressioni numeriche delle forze che ottenni modificando alcun poco il significato delle coordinate Plucheriane delle rette nello spazio.

1. Un tetraedro ABCD sia sottoposto nel vertice D al peso o pressione espressa dalla retta

$$DS = 3 \cdot DA + 4 \cdot DB + DC,$$

e sostenuto nei vertici A B C da opportune forze AP BQ CR parallele alla DS; si cercano le tensioni o pressioni sofferte dai sei spigoli del tetraedro.

2. Quando la retta DM è la somma *geometrica* delle tre rette

$$x \cdot DA + y \cdot DB + z \cdot DC$$

può dirsi che il punto M riferito agli assi coordinati DA DB DC ha le coordinate Cartesiane $x\ y\ z$ alcun poco generalizzate, in quanto che sono riferite, anzichè ad una unità comune, a tre rette DA DB DC, che possono essere tra loro differenti. Il Plücker segna colle coordinate $l\ m\ n\ p\ q\ r$ sottoposte alla relazione fondamentale

$$lp + mq + nr = 0$$

la retta $\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ q, & p, & r \end{bmatrix}$ che ha le equazioni Cartesiane

$$(1)\quad ny - mz - p = 0,\quad -nx + lz - q = 0,\quad mx - ly - r = 0,\quad px + qy + rz = 0;$$

è palese che sono i rapporti delle $l\ m\ n\ p\ q\ r$, non già i loro valori assoluti, che determinano la posizione della retta: io profittai delle grandezze delle coordinate Plucheriane per indicare non solo la posizione ma anche la lunghezza della retta $\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ p, & q, & r \end{bmatrix}$. A tal fine la retta, che va dal punto di coordinate $x_1\ y_1\ z_1$ al punto di coordinate $x_2\ y_2\ z_2$ io la indico con

$$(2)\qquad \begin{bmatrix} x_2 - x_1, & y_2 - y_1, & z_2 - z_1 \\ y_1 z_2 - y_2 z_1, & z_1 x_2 - z_2 x_1, & x_1 y_2 - x_2 y_1 \end{bmatrix}.$$

3. Richiamo i principî di questa teoria. Due rette sono *equipollenti* quando sono eguali parallele e dirette nello stesso senso: sono *equivalenti* quando sono due porzioni eguali e dirette nello stesso senso di una medesima retta. La direzione di

una retta s'intende presa dal primo punto nominato al secondo. I segni di parallelismo di *equipollenza* e di *equivalenza* sono $\dot{\frown}$ $\simeq$ $\cong$. La somma *geometrica* di alquante rette si ottiene ponendo l'una di seguito all'altra altrettante rette equipollenti colle rette proposte. La somma *meccanica* di alquante rette si ottiene considerandole come altrettante forze e componendole secondo i precetti della statica.

4. La retta $\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ p, & q, & r \end{bmatrix}$ è equipollente alla somma geometrica delle rette

$$l \,.\, \mathrm{DA} + m \,.\, \mathrm{DB} + n \,.\, \mathrm{DC}.$$

Ne viene che la somma geometrica di due o più rette si ottiene sommando ordinatamente le loro tre *coordinate superiori*, e ponendo ad arbitrio le tre coordinate *inferiori*, purchè soddisfacciano alla relazione fondamentale (§ 2). Così per esempio

$$\begin{bmatrix} 4, & 0, & -6 \\ 3{,}17, & & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3, & 1, & 7 \\ 2, & 1, & -1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -5, & -2, & 4 \\ & 0, & -2, \; 1 \end{bmatrix} \simeq \begin{bmatrix} 2, & -1, & 5 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix} \simeq \begin{bmatrix} 2, & -1, & 5 \\ 2, & -1, & -1 \end{bmatrix} \simeq \text{ecc.}$$

La somma *meccanica* di due o più rette si ottiene sommandone ordinatamente le sei coordinate Plucheriane. Così per esempio si ha l'*equivalenza*

$$\begin{bmatrix} 4, & 0, & -6 \\ 3{,}17, & & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3, & 1, & 7 \\ 2, & 1, & -1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -5, & -2, & 4 \\ 0, & 2, & 1 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 2, & -1, & 5 \\ 5, & 20, & 2 \end{bmatrix};$$

in questa somma è soddisfatta la relazione fondamentale $2.5 - 1.20 + 5.2 = 0$, vale a dire essa è una retta, il che significa che le tre forze rappresentate dal primo membro, hanno un'unica risultante. Se invece una somma meccanica per esempio

$$\begin{bmatrix} 2, & -1, & 5 \\ 5, & 20, & 2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 4, & 0, & -6 \\ 3{,}17, & & 2 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} -2, & -1, & 11 \\ 2, & 3, & 0 \end{bmatrix},$$

non soddisfacesse la relazione fondamentale; le forze non avrebbero un'unica risultante, bensì la loro somma meccanica potrebbe risultare in infinite maniere dalla somma meccanica di una forza avente le tre medesime coordinate superiori e da una espressione colle tre coordinate superiori nulle, cioè

$$\begin{bmatrix} -2, & -1, & 11 \\ 2, & 3, & 0 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} -2, & -1, & 11 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0, & 0, & 0 \\ 2, & 3, & 0 \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} -2, & -1, & 11 \\ 3. & 5, & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1, & -2 & -1 \end{bmatrix}$$
$$\simeq \begin{bmatrix} -2, & -1, & 11 \\ 1, & -2, & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0, & 0, & 0 \\ 1, & 5, & 0 \end{bmatrix} \cong \text{ecc.}$$

(Le espressioni $\begin{bmatrix} 0, & 0, & 0 \\ 2, & 3, & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} 0, & 0, & 0 \\ -1, & -2, & 1 \end{bmatrix}$ ecc. rappresentano *giratori*, ossia cause di rotazioni, ma questo non è argomento, su cui ora importi che ci fermiamo).

5. In generale ogni retta riferita come si disse nel (§ 2) agli assi coordinati DA DB DC è *equivalente* alla somma meccanica

$$\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ p, & q, & r \end{bmatrix} \cong l \,.\, \mathrm{BA} + m \,.\, \mathrm{DB} + n \,.\, \mathrm{DC} +$$

(3)
$$+ p\,(\mathrm{DB} + \mathrm{BC} + \mathrm{CD}) + q\,(\mathrm{DC} + \mathrm{CA} + \mathrm{AD}) + r\,(\mathrm{DA} + \mathrm{AB} + \mathrm{BD});$$

ed infatti in forza della (2) (§ 2) si hanno le

$$
(4)\quad
\begin{aligned}
&DA \triangleq \begin{bmatrix}1,0,0\\0,0,0\end{bmatrix}, \quad DB \triangleq \begin{bmatrix}0,1,0\\0,0,0\end{bmatrix}, \quad DC \triangleq \begin{bmatrix}0,0,1\\0,0,0\end{bmatrix},\\
&BC \triangleq \begin{bmatrix}0,-1,1\\1,\ 0,0\end{bmatrix}, \quad CA \triangleq \begin{bmatrix}1,0,-1\\0,1,\ 0\end{bmatrix}, \quad AB \triangleq \begin{bmatrix}-1,1,0\\0,0,1\end{bmatrix}.
\end{aligned}
$$

6. Stabiliti questi principî la forza DS del § 1 è $\begin{bmatrix}3,4,1\\0,0,0\end{bmatrix}$, e la forza ad essa equipollente condotta pel punto A, che ha le coordinate $x=1$, $y=0$, $z=0$ sarà per le (1) del § 2 $\begin{bmatrix}3 & 4 & 1\\0 & -1 & 4\end{bmatrix}$; così pure le equipollenti condotte per B C saranno $\begin{bmatrix}3,4,\ 1\\1,0,-3\end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix}3,4,1\\-4,3,0\end{bmatrix}$; queste tre ultime forze moltiplicate per opportuni coefficienti numerici daranno le AP BQ CR, che, per la condizione posta nel § 1, debbono far equilibrio alla forza DS; ciò viene espresso dall'equivalenza

$$\begin{bmatrix}3,4,1\\0,0,0\end{bmatrix} - \frac{3}{8}\begin{bmatrix}3,\ 4,1\\0,-1,4\end{bmatrix} - \frac{1}{2}\begin{bmatrix}3,4,\ 1\\1,0,-3\end{bmatrix} - \frac{1}{8}\begin{bmatrix}3,4,1\\-4,3,0\end{bmatrix} \triangleq 0;$$

perciò

$$AP \triangleq -\frac{3}{8}\begin{bmatrix}3,\ 4,1\\0,-1,4\end{bmatrix} \triangleq \begin{bmatrix}-\frac{9}{8}, & -\frac{3}{2}, & -\frac{3}{8}\\ 0, & \frac{3}{8}, & -\frac{3}{2}\end{bmatrix}.$$

$$BQ \triangleq -\frac{1}{2}\begin{bmatrix}3,4.\ 1\\1,0,-3\end{bmatrix}, \quad CR \triangleq -\frac{1}{8}\begin{bmatrix}3,4,1\\-4,3.0\end{bmatrix}.$$

Ora che conosciamo le quattro forze esterne AP BQ CR DS, che agiscono sui vertici del tetraedro ABCD, e che si fanno equilibrio, ci resta da determinare le resistenze che debbono opporre ad esse gli spigoli del tetraedro. Poniamo accanto all'espressione di DS quelle degli spigoli DA DB DC date dalle (4) del § 5, ed a queste tre ultime attribuiamo tali coefficienti numerici che ne risulti l'equivalenza

$$\begin{bmatrix}3,4,1\\0,0,0\end{bmatrix} - 3\begin{bmatrix}1,0,0\\0,0,0\end{bmatrix} - 4\begin{bmatrix}0,1,0\\0,0,0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}0,0,1\\0,0,0\end{bmatrix} \triangleq 0;$$

qui i coefficienti -3, -4, -1 delle DA DB DC erano subito indicati; ma non sarà già gran fatto più difficile la determinazione dei coefficienti $\beta\ \gamma\ \delta$ nella $AP + \beta\,.\,AB + \gamma \cdot AC + \delta\,.\,AD \triangleq 0$, in guisa che ne risulti l'altra equivalenza

$$-\frac{3}{8}\begin{bmatrix}3,\ 4,1\\0,-1,4\end{bmatrix} + \frac{3}{2}\begin{bmatrix}-1,1,0\\0,0,1\end{bmatrix} + \frac{3}{8}\begin{bmatrix}-1,\ 0,1\\0,-1,0\end{bmatrix} - 3\begin{bmatrix}-1,0,0\\0,0,0\end{bmatrix} \triangleq 0,$$

ossia
$$AP + \frac{3}{2}\,AB + \frac{3}{8}\,AC - 3\,.\,AD \triangleq 0.$$

Similmente nei vertici B C avremo le condizioni di equilibrio

$$-\frac{1}{2}\begin{bmatrix}3,4,\ 1\\1,0,-3\end{bmatrix} + \frac{3}{2}\begin{bmatrix}1,-1,\ 0\\0,\ 0,-1\end{bmatrix} + \frac{1}{2}\begin{bmatrix}0,-1,1\\1,\ 0,0\end{bmatrix} - 4\begin{bmatrix}0,-1,0\\0,\ 0,0\end{bmatrix} \triangleq 0,$$

$$-\frac{1}{8}\begin{bmatrix}3,4,1\\-4,3,0\end{bmatrix} + \frac{3}{8}\begin{bmatrix}1,0,-1\\0,1,\ 0\end{bmatrix} + \frac{1}{2}\begin{bmatrix}0,1,-1\\-1,0,\ 0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}0,0,-1\\0,0,\ 0\end{bmatrix} \triangleq 0.$$

Queste quattro equivalenze presentano gli sforzi sofferti dagli spigoli del tetraedro, che sono

$$-3.DA,\ -4.DB,\ -DC\ ,\ \frac{3}{2}AB,\ \frac{3}{8}AC,\ -3.AD,$$

$$\frac{3}{2}.BA,\quad \frac{1}{2}BC,\ -4.BD,\ \frac{3}{8}CA,\ \frac{1}{2}CB,\ -CD,$$

ognuno è ripetuto due volte; i termini col segno + rappresentano le tensioni, e quelli col segno — le pressioni; pertanto gli spigoli della base del tetraedro sono tesi con forze proporzionali a $\frac{3}{2}AB$, $\frac{1}{2}BC$, $\frac{3}{8}CA$, e quelli che vanno al vertice D sono premuti colle forze $-3.DA$, $-4.DB$, $-DC$.

7. Acciocchè le forze AP BQ CR DS che agiscono sui vertici di un tetraedro si facciano equilibrio bisogna che esse sieno proporzionali alle $a.GA$. $b.GB$, $c.GC$, $d.GD$, il punto G essendo riferito agli assi coordinati DA DB DC mediante l'equipollenza

$$(a+b+c+d)\,DG \simeq a.DA + b.DB + c.DC.$$

La retta GA è per la (2) del § 2

$$\begin{bmatrix} \frac{b+c+d}{a+b+c+d}, & \frac{-b}{a+b+c+d}, & \frac{-c}{a+b+c+d} \\ 0 & \frac{c}{a+b+c+d}, & \frac{-b}{a+b+c+d} \end{bmatrix},$$

perciò se $AP \simeq a.GA$ l'equilibrio delle forze che agiscono sul vertice A è espresso dall'equivalenza

$$\frac{a}{a+b+c+d}\begin{bmatrix} b+c+d, & -b, & -c \\ 0, & c, & -b \end{bmatrix} + \frac{ab}{a+b+c+d}\begin{bmatrix} -1, & 1, & 0 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix} +$$

$$+\frac{ac}{a+b+c+d}\begin{bmatrix} -1, & 0, & 1 \\ 0, & -1, & 0 \end{bmatrix} + \frac{ad}{a+b+c+d}\begin{bmatrix} -1, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix} \simeq 0,$$

così le tensioni che soffrono gli spigoli del tetraedro sono espresse da $\frac{ab}{a+b+c+d}AB$, $\frac{ac}{a+b+c+d}AC$, $\frac{ad}{a+b+c+d}AB$, così pure $\frac{bc}{a+b+c+d}BC$, $\frac{cd}{a+b+c+d}CD$, $\frac{bd}{a+b+c+d}BD$. Per esempio se G è il baricentro del tetraedro, sicchè $a=b=c=d$, gli spigoli sono tesi con forze proporzionali alle loro lunghezze.

8. Prendo per altro esempio l'esaedro-pentagono formato dall'unione dei due tetraedri DABC ECBA, poniamo che sia

$$DE \simeq DA + \frac{1}{2}DB + \frac{2}{3}DC$$

e presi DA DB DC per assi coordinati, le forze AP BQ CR DS ET applicate ai vertici sieno ordinatamente

$$\begin{bmatrix} -3, & -2, & -5 \\ 0, & 5, & -2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4, & -3, & 1 \\ 1, & 0, & -4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1, & -1, & -2 \\ 1, & -1, & -0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -6, & -3, & -2 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 6, & 9, & 8 \\ -2, & -4, & 6 \end{bmatrix} \simeq 0$$

sicchè si fanno equilibrio; gli sforzi che soffriranno gli spigoli dell'esaedro-pentagono saranno dati dalle seguenti equivalenze

$$\begin{bmatrix} -6, -3, -2 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + 6 \begin{bmatrix} 1, 0, 0 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + 3 \begin{bmatrix} 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + 2 \begin{bmatrix} 0, 0, 1 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} \cong 0$$

ossia $$DS + 6 . DA + 3 . DB + 2 . DC \cong 0 ;$$

$$\begin{bmatrix} 6, 9, 8 \\ -2, -4, 6 \end{bmatrix} + \frac{96}{7} \begin{bmatrix} 0, -\frac{1}{2}, -\frac{2}{3} \\ 0, \frac{2}{3}, -\frac{1}{2} \end{bmatrix} + \frac{6}{7} \begin{bmatrix} -1 & \frac{1}{2} & -\frac{2}{3} \\ -\frac{2}{3} & 0 & 1 \end{bmatrix} + \frac{36}{7} \begin{bmatrix} -1, -\frac{1}{2}, \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2}, -1, 0 \end{bmatrix} \cong 0 ,$$

ossia $$ET + \frac{96}{7} EA + \frac{6}{7} EB + \frac{36}{7} EC \cong 0 ;$$

$$\begin{bmatrix} -3, -2, -5 \\ 0, 5, 0 \end{bmatrix} - \frac{34}{7} \begin{bmatrix} -1, 1, 0 \\ 0, 0, 1 \end{bmatrix} - \frac{29}{7} \begin{bmatrix} -1, 0, 1 \\ 0, -1, 0 \end{bmatrix} + 6 \begin{bmatrix} -1, 0, 0 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + \frac{96}{7} \begin{bmatrix} 0, \frac{1}{2}, \frac{2}{3} \\ 0, -\frac{2}{3}, \frac{1}{2} \end{bmatrix} \cong 0$$

ossia $$AP - \frac{34}{7} AB - \frac{29}{7} AC + 6 . AD + \frac{96}{7} AE \cong 0 ;$$

$$\begin{bmatrix} 4, -3, -1 \\ 1, -0, -4 \end{bmatrix} - \frac{34}{7} \begin{bmatrix} 1, -1, 0 \\ 0, 0, -1 \end{bmatrix} - \frac{11}{7} \begin{bmatrix} 0, -1, 1 \\ 1, 0, 0 \end{bmatrix} + 3 \begin{bmatrix} 0, -1, 0 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + \frac{6}{7} \begin{bmatrix} 1, -\frac{1}{2}, \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3}, 0, 1 \end{bmatrix} \cong 0 ,$$

ossia $$BQ - \frac{34}{7} BA - \frac{11}{7} BC + 3 . BD + \frac{6}{7} BE \cong 0 ;$$

$$\begin{bmatrix} -1, -1, -2 \\ 1, -1, 0 \end{bmatrix} - \frac{29}{7} \begin{bmatrix} 1, 0, -1 \\ 0, 1, 0 \end{bmatrix} - \frac{11}{7} \begin{bmatrix} 0, 0, -1 \\ -1, 0, 0 \end{bmatrix} + 2 \begin{bmatrix} 0, 0, -1 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix} + \frac{36}{7} \begin{bmatrix} 1, \frac{1}{2}, \frac{-1}{3} \\ -\frac{1}{2}, 1, 0 \end{bmatrix} \cong 0$$

ossia $$CR - \frac{29}{7} CA - \frac{11}{7} CB + 2 . CD + \frac{36}{7} CE \cong 0 ;$$

perciò gli spigoli soffrono le tensioni $6 . DA$, $3 . DB$, $2 . DC$, $\frac{96}{7} AE$, $\frac{36}{7} CE$, $\frac{6}{7} BE$, e le pressioni $-\frac{34}{7} AB$, $-\frac{29}{7} AC$, $-\frac{11}{6} BC$. — Che se all'esaedro fossero applicate le due forze $DS \cong \begin{bmatrix} -6, -3, -4 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix}$, $ET \cong \begin{bmatrix} 6, 3, 4 \\ 0, 0, 0 \end{bmatrix}$, gli equilibrî in D A B C E darebbero

$$DS + 6 . DA + 3 . DB + 4 . DC \cong 0 ,$$

ossia

$$\begin{bmatrix}-6,-3,-4\\ 0,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+6\begin{bmatrix}1,0,0\\0,0,0\end{bmatrix}+3\begin{bmatrix}0,1,0\\0,0,0\end{bmatrix}+4\begin{bmatrix}0,0,1\\0,0,0\end{bmatrix}\simeq 0,$$

$$-\frac{18}{7}\begin{bmatrix}-1,\ 1,\ 0\\ 0,\ 0,\ 1\end{bmatrix}-\frac{24}{7}\begin{bmatrix}-1,\ 0,\ 1\\ 0,-1,\ 0\end{bmatrix}+6\begin{bmatrix}-1,\ 0,\ 0\\ 0,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+\frac{36}{7}\begin{bmatrix}0, & \frac{1}{2}, & \frac{2}{3}\\ 0, & -\frac{2}{3}, & \frac{1}{2}\end{bmatrix}\simeq 0,$$

$$-\frac{18}{7}\begin{bmatrix}1,-1,\ 0\\ 0,\ 0,-1\end{bmatrix}-\frac{12}{7}\begin{bmatrix}0,-1,\ 1\\ 1,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+3\begin{bmatrix}0,-1,\ 0\\ 0,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+\frac{18}{7}\begin{bmatrix}1, & -\frac{1}{2}, & \frac{2}{3}\\ \frac{2}{3}, & 0, & -1\end{bmatrix}\simeq 0,$$

$$-\frac{24}{7}\begin{bmatrix}1,\ 0,-1\\ 0,\ 1,\ 0\end{bmatrix}-\frac{12}{7}\begin{bmatrix}0,\ 1,-1\\ -1,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+4\begin{bmatrix}0,\ 0,-1\\ 0,\ 0,\ 0\end{bmatrix}+\frac{24}{7}\begin{bmatrix}1, & \frac{1}{2}, & \frac{-1}{3}\\ \frac{-1}{2}, & 1, & 0\end{bmatrix}\simeq 0,$$

$$\begin{bmatrix}6,\ 3,\ 4\\ 0,\ 0,\ 0\end{bmatrix}-\frac{36}{7}\begin{bmatrix}0, & -\frac{1}{2}, & \frac{-2}{3}\\ 0, & \frac{2}{3}, & -\frac{1}{2}\end{bmatrix}+\frac{18}{7}\begin{bmatrix}-1, & \frac{1}{2}, & \frac{-2}{3}\\ -\frac{2}{3}, & 0, & 1\end{bmatrix}+\frac{24}{7}\begin{bmatrix}-1, & \frac{-1}{2}, & \frac{1}{3}\\ \frac{1}{2}, & -1, & 0\end{bmatrix}\simeq 0,$$

e quindi gli sforzi sofferti dagli spigoli sarebbero $6.DA$, $3.DB$, $4.DC$, $-\frac{18}{7}AB$, $-\frac{24}{7}AC$, $-\frac{12}{7}BC$, $\frac{36}{7}AE$, $\frac{18}{7}BE$, $\frac{24}{7}CE$.

9. Eguali risultamenti si otterrebbero adoperando le coordinate baricentriche, come lo feci vedere in alcune mie riviste (*Atti dell'Istituto Veneto* 1874 ecc.); qui mi servo delle coordinate Cartesiane, perchè sono più abituali a chi non si occupa di geometria superiore. Gli stessi principî si applicano alla geometria piana con qualche leggera differenza nelle segnature. A due assi coordinati OX OY, che possono essere obbliquangoli ed anche disuguali, un punto M è riferito mediante l'equipollenza

$$OM \simeq x\,.\,OX + y\,.\,OY$$

x ed y si dicono le sue coordinate. La retta indefinita espressa dal simbolo

$$[u,\ v : w]$$

è quella che ha l'equazione

$$ux + vy + w = 0\,. \tag{1}$$

Io profittai dei valori assoluti delle coordinate Plucheriane $u\ v\ w$ per indicare non solo la posizione, ma anche la lunghezza della retta $[u,\ v : w]$; a tal fine la retta che dal punto di coordinate $x_1\ y_1$ va al punto di coordinate $x_2\ y_2$ io la indico con

$$[-y_2 + y_1,\ x_2 - x_1 : x_1y_2 - x_2y_1]\,. \tag{2}$$

La lunghezza e direzione della $[u,\ v : w]$ è data dalla somma *geometrica*

$$[v,\ u : w] \simeq v\,.\,OX - u\,.\,OY\,;$$

e se ne ha anche la posizione mediante la somma *meccanica*

$$[u,\ v : w] \simeq v\,.\,OX - u\,.\,OY + w\,(OX + XY + YO) \simeq \tag{3}$$
$$\simeq (v + w)\,OX + (w - u)\,OY + w\,.\,XY\,;$$

questa *equivalenza* si vede soddisfatta dalle espressioni

$$(4) \qquad OX \cong [0, 1.0],\ OY \cong [-1, 0:0],\ XY \cong [-1, -1:1],$$
$$OX + XY + YO \cong [0, 0:1].$$

La somma meccanica delle rette espresse sotto la forma $[u, v:w]$ si eseguisce sommando ordinatamente i valori delle tre coordinate $u\ v\ w$; la somma meccanica corrisponde alla composizione delle forze. La grandezza e direzione di una forza è data dalle due coordinate $u\ v$; w ne dà il momento rispetto all'origine O delle coordinate.

10. Applico le coordinate ortogonali al ponte all'Americana, il cui palco rettilineo orizzontale ACEGIL è sostenuto dal fianco verticale formato dai triangoli isosceli eguali ABC CDE EFG GHI IKL, i cui vertici superiori sono uniti dalle spranghe orizzontali BD DF FH HK, che sono le basi dei triangoli eguali ai precedenti BCD DEF FGH HIK; il ponte poggia sui suoi estremi A L ed è aggravato da quattro pesi eguali nei punti C E G I; si cercano gli sforzi sopportati dalle spranghe, che formano questo fianco del ponte. Prendo per assi coordinati la orizzontale $AX \cong \frac{1}{4} AC$, e la verticale AY rivolta all'ingiù ed eguale alle altezze dei triangoli BAC ecc.; così i punti B , C, D ecc. hanno le coordinate 1 —1, 2,0, 3 —1, ecc. e le rette sono

$$AC \cong CE \cong EG \cong \text{ecc.} \cong [0, 2:0],\ BD \cong DF \cong \text{ecc.} \cong [0, 2:2]$$
$$AB \cong [1, 1:0],\ CD \cong [1, 1:-2],\ EF \cong [1, 1:-4],\ GH \cong [1, 1:-6]$$
$$IK \cong [1, 1:-8],\ BC \cong [-1, 1:2],\ DE \cong [-1, 1:4],$$
$$FG \cong [-1, 1:6],\ HI \cong [-1, 1:8],\ KL \cong [-1, 1:10].$$

I pesi applicati nei punti C E G I li esprimeremo con $[-1, 0:2]$ $[-1, 0:4]$, $[-1, 0:6]$, $[-1, 0:8]$, ammettendo che ognuno di essi sia rappresentato dalla lunghezza AY; questi pesi saranno equilibrati dalle forze verticali rivolte all'insù ed applicate nei punti A L

$$-2[-1, 0:0],\quad -2[1, 0:10].$$

Ora nel punto A l'equilibrio tra le forze che hanno le direzioni $[-1, 0:0]$, $AB \cong [1, 1:0]$, $AC \cong [0, 2:0]$ è indicato da

$$-2[-1, 0:0] - 2[1, 1:0] + [0, 2:0] \cong 0$$

ossia

$$-2[-1, 0:0] - 2.AB + AC \cong 0.$$

Nel punto B la forza già precedentemente determinata $-2.BA \cong -2[-1, -1:0]$ deve equilibrarsi con due forze aventi le direzioni $BC \cong [-1, 1:2]$, $BD \cong [0, 2:2]$, perciò

$$-2[-1, -1:0] + 2[-1, 1:2] - 2[0, 2:2] \cong 0,$$

ossia

$$-2.BA + 2.BC - 2.BD \cong 0.$$

Nel punto C tre forze già note debbono equilibrarsi con due aventi le direzioni $CD \cong [1, 1:-2]$, $CE \cong [0, 2:0]$ quindi sarà

$$[-1, 0:2] + [0, -2:0] + 2[1, -1:-2] - [1, 1:-2] + \tfrac{5}{2}[0, 2:0] \cong 0,$$

ossia $[1, 0:2] + CA + 2 . CB - CD + \frac{5}{4} CE \cong 0.$

Gli equilibri in D E F G ecc. sono egualmente espressi da

$$-2[0, -2:-2] - [-1-1:2] + [-1.1:4] - 3[0, 2:2] \cong 0,$$

ossia $$-2 . DB - DC + DE - 3 . DF \cong 0;$$

$$[-1, 0:4] + \tfrac{5}{2}[0, -2:0] + [1, -1:-4] + 0[1, 1:-4] + 3[0, 2:0] \cong 0,$$

ossia $$[-1, 0:4] + \tfrac{5}{2} EC + ED + 0 . EF + 3 . EG \cong 0.$$

$$-3[0, -2:-2] + 0[-1, -1:4] - 3[0, 2:2] \cong 0,$$

ossia $$-3 . FD + 0 . FG - 3 . FH \cong 0;$$

$$[-1, 0:6] + 3[0, -2:0] + [1.1:-6] + \tfrac{5}{2}[0, 2:0] \cong 0,$$

ossia $[-1, 0:6] + 3 . GE + GH + \frac{5}{2} GI \cong 0$; ecc.

Risulta da questi facili calcoli che le spranghe AC CE ecc., di cui è formato il fianco del ponte sono tese colle forze

$$AC, 2.BC, \tfrac{5}{2} CE, DE, 3 . EG, GH, \tfrac{5}{2} GI, 2.IK, IL$$

e sono premute colle forze

$$-2 . AB, -2 . BD, -CD, -3 . DF, -3 . FH, -2 . HK, -HI, -2 . KL;$$

le spranghe EF FG non soffrendo nè tensione nè pressione possono risparmiarsi; si rammenti che ciaschedun peso applicato in C E G I è rappresentato dall'altezza del fianco, cioè dalla distanza fra le rette parallele ACEGIL BDHK.

11. Se il fianco del ponte si faccia più alto, e si conservi il peso che il ponte deve portare, viene a diminuirsi il peso rappresentato da un metro di lunghezza, e quindi nello stesso rapporto vengono a diminuirsi gli sforzi che soffrono le spranghe orizzontali; per in quanto agli sforzi sofferti dalle spranghe obblique, la diminuzione prodotta dal mutamento di unità viene in parte compensata dalla maggior lunghezza che acquistano tali spranghe. Posto $AX = 1$, $BX = y$ quindi $AB = \sqrt{(1 + y^2)}$, e supposto che la sezione da darsi a ciascuna spranga debba esser proporzionale alla forza di pressione cui deve resistere, la massa totale delle spranghe BDHK sarà $\frac{10}{y}$, e le masse delle spranghe obblique AB CD HI KL saranno $\frac{6}{y}(1 + y^2)$, la somma $\frac{16}{y} + 6y$ ha un valor minimo quando $y = \frac{1}{3}\sqrt{24} = 1{,}63$, cioè quando il lato $\frac{1}{3}\sqrt{33} = 1{,}91 = AB$ del triangolo isoscele è quasi eguale alla base AC. Queste conseguenze sono dovute alla generalità dei calcoli senza bisogno di fare alcun disegno.

12. Quando siasi fatto il disegno di un progetto, a me non pare cosa opportuna nè comoda l'aggiungervi le costruzioni grafiche per comporre le forze, determinare le resistenze, ecc., invece i calcoli predetti, ed altri fondati sui principî dei giratori mi sembrano spediti, e si può verificarli molto più facilmente di quello che siasi ripetere una complicata costruzione grafica. Dal disegno possono aversi con molta approssimazione le coordinate dei punti misurando colla scala di parti eguali

le loro distanze da due assi coordinati ortogonali; così le coordinate $u\ v\ w$ di una retta si ricavano dalle (2) del § 9; si può anche notare che w è il rapporto dell'area del triangolo, che ha per base la retta $[u, v : w]$ ed il vertice nell'origine delle coordinate, coll'area del triangolo OXY; per tal maniera il disegno dà gli elementi del calcolo (Riportai *Duodecima* p. 106 [166.ª] n. 26 § 16, una facile costruzione grafica dell'area del triangolo, del resto io credo più spedito eseguire una moltiplica). — Si osserverà che v, $-u$, w sono le due componenti ed il momento della forza $[u, v : w]$, sicchè io non faccio che proporre cose già vecchie; ma se queste fossero le più comode?

Centro delle forze non parallele.

13. Il Bordoni osservò che se tutte le forze poste in un piano girano di un medesimo angolo intorno ai loro punti d'applicazione, anche la loro risultante gira dello stesso angolo intorno ad un suo punto, che si dirà il *centro* delle forze proposte. La dimostrazione geometrica era ben facile, ma il ch. Matematico accordava decisa preferenza ai calcoli. Se ciascuna forza si decompone in due forze parallele a due medesime direzioni tra loro perpendicolari, e si supponga che queste componenti ruotino intorno ai loro punti d'applicazioni, le loro risultanti AP BQ ruoteranno intorno ai centri A B dei due sistemi di forze parallele, e siccome le AP BQ sono tra loro perpendicolari così esse s'incontreranno in un punto D del circolo, che ha per diametro la retta AB; mentre le AP BQ ruotano intorno ai punti A B, si mantengono di costanti lunghezze, perciò la loro risultante DR, che passa pel punto variabile D formerà colla AI un angolo costante ADR, e perciò passerà pel punto fisso C appartenente al circolo ADBC.

14. Una forza che ha la grandezza g e l'inclinazione φ e passa pel punto di coordinate (a, b) (d'ora in poi supponiamo che i due assi coordinati sieno tra loro ortogonali ed eguali, cioè si tratti delle coordinate più usitate) è espressa [§ 9] da

$$[-g \operatorname{sen}\varphi,\ g\cos\varphi;\ ag\operatorname{sen}\varphi - bg\cos\varphi],$$

e se essa gira intorno ad (a, b) dell'angolo positivo λ diventerà

$$[-g\operatorname{sen}(\varphi+\lambda),\ g\cos(\varphi+\lambda) : ag\operatorname{sen}(\varphi+\lambda) - bg\cos(\varphi+\lambda)].$$

Senza nulla togliere alla generalità della dimostrazione possiamo supporre che una seconda forza abbia la grandezza 1, e l'inclinazione nulla, sicchè sia $[0, 1 : -\beta]$ e dopo la rotazione λ intorno al punto (α, β) diventerà

$$[-\operatorname{sen}\lambda,\ \cos\lambda : \alpha\operatorname{sen}\lambda - \beta\cos\lambda].$$

La somma meccanica delle due forze è

$$[-g\operatorname{sen}\varphi,\quad g\cos\varphi+1,\quad ag\operatorname{sen}\varphi - bg\cos\varphi - \beta]$$

e dopo la rotazione λ intorno ai loro punti (a, b) (α, β) sarà

$$[-g\cos\varphi\operatorname{sen}\lambda - g\operatorname{sen}\varphi\cos\lambda - \operatorname{sen}\lambda,\ g\cos\varphi\cos\lambda - g\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\lambda + \cos\lambda :$$
$$: ag\cos\varphi\operatorname{sen}\lambda + ag\operatorname{sen}\varphi\cos\lambda + bg\operatorname{sen}\varphi\operatorname{sen}\lambda - bg\cos\varphi\cos\lambda + \alpha\operatorname{sen}\lambda - \beta\cos\lambda];$$

cercando il punto d'intersezione (x, y) di queste due rette troviamo che da prima

si distruggono tutti i termini contenenti $\cos\lambda$, poscia colla divisione sparisce anche $\operatorname{sen}\lambda$, e si ha

$$x = \frac{ag^2 + (a+\alpha)\, g\cos\varphi + (b-\beta)\, g\operatorname{sen}\varphi + \alpha}{g^2 + 2g\cos\varphi + 1},$$

$$y = \frac{bg^2 + (b+\beta)\cos\varphi + (\alpha - a)\, g\operatorname{sen}\varphi + \beta}{g^2 + 2g\cos\varphi + 1};$$

perciò qualunque sia la rotazione λ, la risultante delle due forze passa pel punto fisso (x, y). Alla somma meccanica di due forze se ne può in simil modo sommare una terza poi una quarta ecc. così rimane dimostrato il teorema del Bordoni.

15. Se due forze parallele

$$[0, g : -bg + dg],\ [0, 1 : -\beta + \delta]$$

divengono

$$[-g\operatorname{sen}\lambda,\ g\cos\lambda : ag\operatorname{sen}\lambda - bg\cos\lambda + dg],$$
$$[-\operatorname{sen}\lambda,\ \cos\lambda : \alpha\operatorname{sen}\lambda - \beta\cos\lambda + \delta]$$

esse hanno ruotato dell'angolo λ, la prima intorno al punto (a, b), da cui ha la distanza d, e la seconda intorno al punto (α, β) da cui ha la distanza δ. Le somme meccaniche delle due forze prima e dopo di aver ruotato sono

$$[0, g+1 : -bg + dg - \beta + \delta],$$
$$[-(g+1)\operatorname{sen}\lambda,\ (g+1)\cos\lambda : (ag+\alpha)\operatorname{sen}\lambda - (bg+\beta)\cos\lambda + dg + \delta];$$

queste hanno dal punto (x, y) le distanze

$$(g+1)y - bg + dg - \beta + \delta = -(g+1)\operatorname{sen}\lambda \,.\, x + (g+1)\cos\lambda \,.\, y +$$
$$+ (ag+\alpha)\operatorname{sen}\lambda - (bg+\beta)\cos\lambda + dg + \delta,$$

che noi porremo eguali, ed acciocchè tale uguaglianza sussista qualunque sia l'angolo λ basterà porre

$$x = \frac{ag+\alpha}{g+1}, \qquad y = \frac{bg+\beta}{g+1}$$

cioè il punto (x, y) sarà il baricentro dei $g\,(a, b)$, (α, β). Dunque se due o più rette parallele poste in un medesimo piano ruotino di un egual angolo qualsivoglia intorno a punti fissi posti anche fuori delle rette, la loro somma meccanica ruota essa pure intorno ad un punto fisso. Col medesimo ragionamento fatto al § 13 si vede che il teorema sussiste anche per forze non parallele situate in un piano, questo teorema fu dato dal prof. Bardelli nella Memoria citata al § 17 *p*).

16. Passiamo allo spazio, ritenendo sempre che gli assi coordinati OX OY OZ sieno fra loro ortogonali ed eguali; ogni retta situata nel piano XOY è $\begin{bmatrix} l, & m, & 0 \\ 0, & 0, & r \end{bmatrix}$ (quindi si ha la corrispondenza $u = -m$, $v = l$, $w = r$) ed ogni retta parallela al predetto piano è $\begin{bmatrix} l_1, & m_1, & 0 \\ p_1, & q_1, & r_1 \end{bmatrix}$, purchè sia soddisfatta la relazione fondamentale (§ 2) $l_1 p_1 + m_1 q_1 = 0$. La somma meccanica di due o più di queste forze

$$\begin{bmatrix} l_1 + l_2, & m_1 + m_2, & 0 \\ p_1 + p_2, & q_1 + q_2, & r_1 + r_2 \end{bmatrix} \simeq \begin{bmatrix} l, & m, & 0 \\ p, & q, & r \end{bmatrix}$$

non rappresenta generalmente parlando una sola forza bensì l'unione di una forza e di un giratore. Sottraendo meccanicamente da $\begin{bmatrix} l, & m, & 0 \\ p, & q, & r \end{bmatrix}$ il giratore

$$\frac{lp + mq}{l^2 + m^2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ l & m & 0 \end{bmatrix},$$

che ha la stessa direzione della forza, ne risulta la forza

$$\begin{bmatrix} l & , & m & , & 0 \\ \frac{m(mp-lq)}{l^2+m^2} & , & \frac{l(lq-mp)}{l^2+m^2} & , & r \end{bmatrix},$$

che dicesi l'*asse centrale* del sistema di forze $\begin{bmatrix} l, & m, & 0 \\ p, & q, & r \end{bmatrix}$, ossia la risultante a giratore minimo. Si potrebbero fare i calcoli anche rispetto ad un sistema di forze parallele al piano delle x y, ma più brevemente considereremo che le projezioni di tutte le forze sul piano delle x y hanno un centro [§ 15] C intorno a cui gira la loro risultante, le forze obbiettive hanno oltre questa risultante un giratore parallelo al piano x y, e siccome, durante la rotazione λ, e la risultante e il giratore girano essi pure mantenendo le loro grandezze, così l'asse centrale di tutte le forze parallele al piano x y gira intorno a un punto fisso, che ha C per projezione.

17. Aggiungo alcune citazioni relative a questo argomento che ora non ho agio di studiare.

a) Bordoni, *Giorn. di Brugnatelli.* Pavia 1815, VIII p. 85 e 1822, XV.

b) Bellavitis, *Annali* ecc. *del Fusinieri.* 1832, II p. 186 e 246 § III vi si corregge una inesattezza del Bordoni.

c) Möbius, *Journal Crelle.* 1833, X n. 27 p. 317.

d) Minding, *Compte rendu.* Paris 26 oct. 1835, I. *J. Crelle.* 1835, XIV n. 21 p. 289...315, 1836, XV n. 2 p. 27-38 n. 20 p. 313-316.

e) Möbius, *J. Crelle.* 1836, XVI n. 1 p. 1-10. *Nouv. Ann. Terquem.* 1848, VII p. 179-186.

f) Möbius, *J. Crelle.* 1840, XXI n. 4 p. 64-73 n. 10 p. 156-176.

g) Schweins, *J. Crelle.* 1846, XXXII n. 25 p. 227-230. 1848, XXXVIII n. 2 p. 40-76.

h) Deladerrare, *N. Annales.* 1848, VII p. 222-225.

i) Steichen, *J. Crelle.* 1849, XXXVIII n. 18 p. 287-330.

l) De Filippi, *Principî di Meccanica*, p. 70. *Ann. Tortolini.* 1851, II p. 97-101.

m) Bellavitis, *Ann. Tortolini.* Giugno 1852, III p. 290.

n) Bordoni, *Giorn. Ist. Lombardo.* 1853, IV xxiij p. 385-395. *Mem. Ist.* IV.

o) Brioschi, *Intorno alcuni punti della Statica.* Pavia 1853.

p) Bardelli, *Rend. Ist. Lomb.* Giugno 1879, XII xij p. 456-463.

Espressioni delle aree e dei volumi.

18. Analogamente a quanto dissi ai § 1, 9, osservo che le quattro coordinate Plucheriane ξ υ ζ ω di un piano, o, per meglio dire, i loro rapporti, esprimono la

posizione del piano, che ha l'equazione Cartesiana

$$\xi x + \upsilon y + \zeta z + \omega = 0 ;$$

inoltre si può profittare dei valori assoluti delle ξ υ ζ ω per rappresentare un'area piana non solo in posizione ma anche in grandezza; così una porzione definita di un dato piano io la esprimo con

$$\left\{ \xi, \upsilon, \zeta : \omega \right\}$$

(l'espressione rimane la stessa, comunque l'area muti di posizione nel proprio piano). Per fissare le idee suppongo che le coordinate x y z dei punti sieno le solite Cartesiane ortogonali riferite agli assi OX OY OZ tra loro eguali.

19. Il triangolo che ha per vertici i punti M_1 (x_1, y_1, z_1), M_2 (x_2, y_2, z_2), M_3 è espresso in grandezza e posizione da

$$\left\{ |1.y_2.z_3|, \ |x_1.1.z_3|, \ |x_1.y_2.1| : -|x_1.y_2.z_3| \right\}.$$

Con $|x_1.y_2.z_3|$ si segna il determinante $x_1y_2z_3 - x_1y_3z_2 - x_2y_1z_3 \ldots - x_3y_2z_1$; e con $|1.y_2.z_3|$ ciò che esso diviene quando tutte le x si riducono all'unità, ecc. Si rammenti (§ 9, 2) che nel piano delle x y una retta è similmente espressa in grandezza e posizione da

$$[-|1.y_2| . \ -|x_1.1| : |x_1.y_2|]$$

e nello spazio da

$$\begin{bmatrix} |1.x_2|, & |1.y_2|, & |1.z_2| \\ |y_1.z_2|, & |z_1.x_2|, & |x_1.y_2| \end{bmatrix}.$$

Le coordinate ζ υ ζ sono i doppî delle projezioni sui piani coordinati dell'area $M_1M_2M_3$, e ω è il doppio dell'area stessa moltiplicata per la distanza del suo piano dall'origine O delle coordinate; il segno dell'area dipende dal verso positivo o negativo della rotazione $M_1M_2M_3$ osservata dal punto 0.

20. La somma *meccanica* di alquante rette $\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ p, & p, & r \end{bmatrix}$ si ottiene (§ 4) sommandone ordinatamente i valori delle sei coordinate. Quando le tre coordinate superiori l m n riescono nulle, ciò significa che la somma *geometrica* delle rette è nulla; le coordinate inferiori p q r danno i doppî delle projezioni sui piani coordinati dell'area compresa tra le rette, se queste formano un poligono chiuso; oppure della così detta area del *multilatero* se le rette sono soltanto equipollenti ai lati di un poligono chiuso.— Analogamente a ciò le aree $\{ \xi, \upsilon, \zeta : \omega \}$ si sommano *meccanicamente* sommandone ordinatamente i valori delle quattro coordinate. Quando le tre prime coordinate ξ υ ζ sono nulle, ciò significa che la somma *geometrica* delle aree è nulla, ed allora ω eguaglia il sestuplo del volume del poliedro, le cui facce sono equipollenti alle date aree. Basta conoscere l'espressione $\{ \xi, \upsilon, \zeta : \omega \}$ di un'area e le coordinate (x, y, z) di un punto per avere il volume della piramide, che ha quella base a questo vertice, poichè esso è la sesta parte di

$$\xi x + \upsilon y + \zeta z + \omega .$$

Lo stesso teorema vale per una somma meccanica di aree.

21. L'area di un poligono si ottiene anche colla somma meccanica dei suoi lati, ma allora si ha la grandezza e la direzione dell'area non la sua posizione, cioè la sua distanza dall'origine delle coordinate. Analogamente al § precedente data una retta $\begin{bmatrix} l, & m, & n \\ p. & q, & r \end{bmatrix}$ ed un punto (x, y, z) si avrà l'area del triangolo che ha quella base e questo vertice espressa (véggansi le (1) del § 2) da

$$\left\{ -ny + mz + p,\ nx - lz + q,\ -mx + ly + r : -px - qy - rz \right\}.$$

Questo processo si applica anche alla somma meccanica di alquante rette (che non abbiano la somma geometrica nulla) e ad un punto.

22. Rischiarerò l'argomento con un esempio numerico. Sia un tetraedro OACB, che considero come positivo, perchè ponendosi nel vertice primo nominato O, e guardando la faccia ACB, che gli succede, questa esprime una rotazione positiva. I suoi vertici sieno

$$O\,(0,\ 0,\ 0),\quad A\,(4,\ 0,\ 0),\quad B\,(3,\ 5,\ 0),\quad C\,(2,\ 1,\ 7),$$

le sue facce, che guardate dalla parte interna del poliedro sono positive, saranno (§ 19)

$$ACB \left\{ -35, -7, -9 : 140 \right\},\qquad OBC \left\{ 35, -21, -7 : 0 \right\},$$

$$OCA \left\{ 0,\ 28, -4 : 0 \right\},\qquad OAB \left\{ 0,\ 0,\ 20 : 0 \right\},$$

la loro somma meccanica

$$\left\{ 0,\ 0,\ 0 : 140 \right\}$$

dà il volume $\frac{1}{6}\,140$ del tetraedro. — La somma meccanica di tre lati di una faccia

$$AC \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} -2, & 1, & 7 \\ 0, & -28, & 4 \end{bmatrix},\quad CB \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} 1, & 4, & -7 \\ -35, & 21, & 7 \end{bmatrix},\quad BA \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} 1, & -5, & 0 \\ 0, & 0, & -20 \end{bmatrix}$$

dà $\begin{bmatrix} 0, & 0, & 0 \\ -35, & -7, & -9 \end{bmatrix}$ cioè si hanno soltanto le tre prime coordinate della faccia ACB; se invece nella AC sostituiremo come al (§ 21) le coordinate del punto B (3,5,0) otteniamo l'espressione

$$ACB \mathrel{\widehat{=}} \left\{ -35,\ 21 - 28,\ -3 - 10 + 4 : 140 \right\}.$$

E se nell'espressione di questa faccia si sostituiscono le coordinate del vertice O (0,0,0) al § 20 si ottiene

$$0 + 0 + 0 + 140,$$

che dà il volume del tetraedro.

23. Ritenuti gli spigoli precedenti (§ 19)

$$OA \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} 4, & 0, & 0 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix},\quad OB \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} 3, & 5, & 0 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix},\quad OC \mathrel{\widehat{=}} \begin{bmatrix} 2, & 1, & 7 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix};$$

supponiamo che dal punto A parta un altro spigolo AD, che sia in uno stesso piano

con O C, perciò scelto sulla OC un punto S, che sia per esempio $S \doteqdot 3.C - 2.O$, quindi S (6, 3, 21), e prendendo $AD \doteqdot \frac{1}{2} AS$ sarà

$$AD \doteqdot \begin{bmatrix} 1, & \frac{3}{2}, & \frac{21}{2} \\ 0, & -42, & 6 \end{bmatrix}, \qquad D\left(5, \frac{3}{2}, \frac{21}{2}\right).$$

così abbiamo una piramide a base quadrilatera BCDAO. La somma geometrica di due lati della base OCDA è

$$AO + DC \doteqdot \begin{bmatrix} -2, & 1, & 7 \\ 0, & 0, & 0 \end{bmatrix};$$

se in questa somma si sostituiscono (§ 21 le coordinate del punto $D\left(5, \frac{3}{2}, \frac{21}{2}\right)$ si ottiene l'area

$$OCDA \doteqdot \{0,\ 56, -8 : 0\},$$

e finalmente il valore della piramide è dato sostituendo (§ 20) in questa espressione di OCDA le coordinate di B (3, 5, 0) e si trova

280.

Se alla predetta faccia OCDA sommassimo i triangoli

$$OAB \doteqdot \{0, 0, 20 : 0\}, \quad OBC \{35, -21, -7 : 0\}$$

$$CBD \doteqdot \left\{\frac{35}{2}, \frac{-49}{2}, \frac{-23}{2} : 70\right\}, \qquad DBA \doteqdot \left\{-\frac{105}{2}, -\frac{29}{2}, \frac{13}{2} : 210\right\}$$

tornerebbe pel volume 280.

24. Si potrà giungere agli stessi risultamenti anche per altra via forse più spedita: sembrommi opportuno mostrare l'analogia tra la somma meccanica delle aree e quella delle rette. — Simile algoritmo potrà usarsi nella geometria del *fascio*, cioè studio delle rette dei piani e dei coni aventi un punto comune O: con $[x, y, z]$ s'indicherà il raggio riferito a tre assi coordinati OX OY OZ, e profittando delle grandezze assolute delle coordinate $x\ y\ z$ si segnerà un raggio di determinata lunghezza; con $\{u, v, w\}$ si segnerà il piano che ha l'equazione

$$ux + vy + wz = 0,$$

e propriamente un angolo di data ampiezza posto in quel piano e col vertice in O; poi si sommeranno alquanti raggi o alquanti piani sommandone i valori delle coordinate $x\ y\ z$ oppure $u\ v\ w$, ecc. ecc.

Sviluppi in serie delle funzioni implicite, e rami infiniti delle curve algebriche.

Nota del Socio GIUSTO BELLAVITIS presentata al Presidente

nel mese di agosto 1879.

---

1. Osservai più volte i vantaggi dello *scacchiere* (detto anche *parallelogrammo* o *triangolo*) *algebrico* per isviluppare in serie infinite una variabile data implicitamente da un'equazione algebrica fra due variabili; il che giova a determinare la qualità dei punti delle curve. Così per esempio data l'equazione che qui si vede scritta sullo scacchiere algebrico

A B

$$\begin{array}{|cccc|}
\hline
. & -3x^2y^4 & . & . \\
-x^3y^3 & . & +12xy^3 & . \\
2x^3y^2 + & x^2y^2 & . - & 6y^2 \\
. & -5x^2y + & 6xy + & 7y \\
. & . & - 3x & . \\
\hline
\end{array} = 0 ,$$

D C

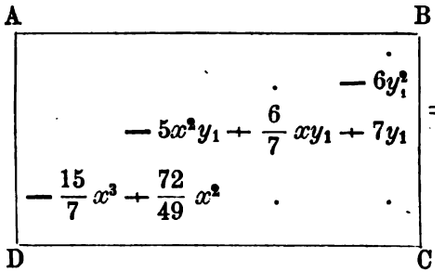
se vogliasi sviluppare la y in una serie procedente secondo le potenze ascendenti della x si sceglierà una riga di termini che sia rivolta verso il lato BC dello scacchiere, per esempio, la $7y - 3x$, questa eguagliata a zero darà il primo termine $\frac{3}{7}x$ dello sviluppo desiderato; poscia si calcoleranno tutte le trasformate in $y_1 = y - \frac{3}{7}x$ di questa riga $7y - 3x$ e delle sue parallele

$$-6y^2 + 6xy + 0 , \qquad -5x^2y + 0 , \qquad 12xy^2 + x^2y^2 + 0 + 0 , \text{ ecc.}$$

tutte protratte fino al lato DC. Ciò si vede qui eseguito in parte

$$\begin{array}{c|cc|cc|cc}
 & 7 . y - 3x & & -6 . y^2 . + & 6x . y + 0 & -5x^2 . y + 0 & \\
\hline
\frac{3x}{7} & 7 & + 0 & -6 & + \frac{24}{7}x + \frac{72}{49}x^2 & -5x^2 & - \frac{15}{7}x^3 \\
\cline{5-6}
 & & & -6 & + \frac{6}{7}x & &
\end{array} \text{ ecc.}$$

I termini delle trasformate così ottenuti si scrivono sullo scacchiere algebrico



$= 0$.

Ora la precedente riga $7y - 3x$ si giri in senso *positivo* (cioè nel verso ABCD) e si troverà la riga $7y_1 + \frac{72}{49}x^2$, che uguagliata a zero darà il secondo termine $-\frac{72}{343}x^2$ dello sviluppo. Se si volesse anche il terzo termine si tratterebbe oltre la predetta riga anche la sua parallela $\frac{6}{7}xy_1 - \frac{15}{7}x^3$ come qui si vede

	$7 \cdot y_1 + \frac{72}{49}x^2$	$\frac{6}{7}x \cdot y_1 - \frac{15}{7}x^3$
$-\frac{72}{343}x^2$	$7 \quad + \quad 0$	$\frac{6}{7}x \quad -\frac{5577}{2401}x^3$

e si avrebbe

$$y = \frac{3}{7}x - \frac{72}{343}x^2 + \frac{5577}{16807}x^3 - \text{ecc.}$$

Ci bastano i due primi termini per riconoscere che l'origine delle coordinate è un punto ordinario della curva.

2. Se si fosse trovato lo sviluppo

$$y = a + bx + cx^{1+s} + \text{ec.}$$

ciò avrebbe mostrato che il punto della curva corrispondente ad $x = 0$ ed $y = a$ sarebbe stato della *singolarità* indicata dal numero positivo s, cioè un *flesso contrario* se $s = 2$, un *regresso* se $s = \frac{1}{2}$, ecc.

3. L'altra riga $-6y^2 + 7y + 0$ dello scacchiere primitivo rivolta verso il lato BC, e le sue parallele tutte protratte fino al lato DC (che non contiene la y) danno i seguenti calcoli eseguiti per brevità colle decimali

$\frac{7}{6}$	$-6 \cdot y^2 + 7 \cdot y + 0$	$12x \cdot y^2 + 0 + 6x \cdot y - 3x$
	$-6 \quad + 0 \quad + 0$	$12x + 14x + 22{,}3x + 23{,}1x$
	$-6 \quad -7$	$12x + 28x + 55x$
		$12x + 42x$

$\frac{7}{6}$	$-3x^2 \cdot y^4 + 0 + x^2 \cdot y^3 - 5x^2 \cdot y + 0$	
	$-3x^2 \quad -3{,}5x^2 \quad -3{,}1x^2 \quad -8{,}6x^2 \quad -10x^2$	ecc.
	$-3x^2 \quad -7x^2 \quad -11{,}2x^2 \quad -21{,}7x^2$	
	$-3x^2 \quad -10{,}5x^2 \quad -23{,}5x^2$	
	$-3x^2 \quad -14x^2$	

posti i termini delle trasformate sullo scacchiere

$$\begin{array}{l} \\ \left|\begin{array}{lll} -14\ x^2y^3_1 & +12xy^3_1 & . \\ -23{,}5x^2y^2_1 & +42xy^2_1 & -6y^2_1 \\ -21{,}7x^2y_1 & +55xy_1 & -7y_1 \\ -10\ x^2 & +23{,}1x & . \end{array}\right| = 0 \\ \end{array}$$

B

C

la riga $-7y_1 + 23{,}1x = 0$ ci dà il secondo termine $3{,}3x$ dello sviluppo; e siccome per giudicare della natura del punto della curva occorre un altro termine, così faremo il calcolo seguente anche sulla riga parallela

$$\begin{array}{r|l|l} & -7\,.\,y_1 + 23{,}1x & -6\,.\,y^2_1 + 55\,xy_1 - 10x^2 \\ \hline 3{,}3x & -7 \quad 0 & \begin{array}{lll} -6 & +35{,}2x & +106x^2 \\ -6 & +15{,}4x & \end{array} \end{array}$$

Lo sviluppo

$$y = 1{,}17 + 3{,}3x + 15{,}1x^2 + \text{ecc.}$$

mostra che anche l'altro punto corrispondente ad $x = 0$ è ordinario.

4. Dicemmo che per isviluppare y secondo le potenze ascendenti della x bisogna prendere le righe dello scacchiere rivolte verso il lato BC, e farle poi ruotare positivamente; se invece si voglia lo sviluppo di y secondo le potenze discendenti della x, si prenderanno le righe verso il lato DA dello scacchiere e si faranno girare in senso *negativo*: in ambedue i casi ogni riga, nonchè le sue parallele si prolungheranno fino al lato DC che non contiene la y. — Che se invece voglia svilupparsi la x secondo le potenze ascendenti oppure discendenti della y si prenderanno le righe verso il lato DC oppure AB e si faranno girare in senso negativo oppure positivo; in ambedue i casi ogni riga, nonchè le sue parallele saranno prolungate fino al lato BC che non contiene la x.

5. *Rami infiniti.* Gli sviluppi secondo le potenze discendenti servono a distinguere i punti all'infinito; se si trovi

$$y = a\,x + b + cx^{-s} + \text{ecc.}$$

il punto all'infinito ha la singolarità indicata dal numero positivo s, ed

$$y = ax + b$$

ne è l'asintoto. Che se

$$y = ax + bx^{\frac{s}{s+1}} + \text{ecc.}$$

il punto all'infinito ha la singolarità indicata da s, il ramo ha la tangente estrema all'infinito, e la retta $y = a\,x$ è diretta verso il punto all'infinito.

6. Nel Rendiconto del r. Istituto Lombardo 6 febbraio 1879, XII p. 117, il Socio Casorati propone *una nuova e migliore forma degli asintoti di una linea piana* avente l'equazione algebrica tra le coordinate x y

$$V = V_n + V_{n-1} \ldots + V_1 + V_0 = 0$$

(essendo V_n ecc. funzioni omogenee tra le $x\ y$). È notissimo che se l'equazione si renda omogenea mediante l'introduzione di una terza variabile z, cioè sia

$$V = V_n + V_{n-1}z + V_{n-2}z^2 + \ldots + V_0 z^n,$$

la tangente della curva nel punto delle coordinate $x\ y$ è

$$[\mathrm{D}_x V,\ \mathrm{D}_y V : \mathrm{D}_z V],$$

cioè la sua equazione tra le coordinate correnti $x'\ y'$ è

$$\mathrm{D}_x V . x' + \mathrm{D}_y V . y' + \mathrm{D}_z V = 0;$$

nei punti corrispondenti a $z = 0$ la tangente diviene l'asintoto

$$[\mathrm{D}_x V_n,\ \mathrm{D}_y V_n : V_{n-1}];$$

questa formula si accorda precisamente colla (6) riportata dal Casorati. Oltre gli asintoti importa conoscere la *singolarità* dei punti all'infinito, al che servono gli sviluppi in serie infinite.

7. Nell'esempio del § 1 , gli sviluppi in serie secondo le potenze discendenti sono (§ 4, 5)

$$y = 2 - \frac{27}{2x} - \text{ecc.}$$

$$y = -\frac{1}{3}x - 2 + \frac{15}{x} + \text{ecc.}$$

$$y = \frac{3}{x} - \frac{3}{x^3}\ \text{ecc.}, \quad y = \frac{-1}{2x} - \frac{3}{8x^2} - \text{ecc.}$$

$$x = (2 + \sqrt{2})\frac{1}{y} + \text{ecc.}, \quad x = (2 - \sqrt{2})\frac{1}{y} - \text{ecc.}$$

tutti corrispondono a punti ordinarî; i due primi danno gli asintoti

$$y = 2, \quad 3y + x + 6 = 0,$$

gli altri mostrano che tanto $y=0$, quanto $x=0$, sono asintoti spettanti a due punti per ciascheduno, cioè la curva ha all'infinito due punti doppî ognuno con una sola tangente: (la concoide di Nicomoide ha uno di questi punti doppî). La precitata formola (6)

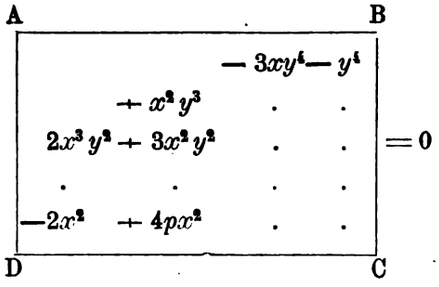
$$[-6xy^4 - 3x^2y^3,\ -12x^2y^3 - 3x^3y^2 : 2x^3y^2]$$

postovi $x = -3y$ dà il solo asintoto

$$[1,\ 3 : 6]:$$

gli asintoti spettanti agli altri cinque punti all'infinito non corrispondono a $z = 0$, essendo infinita una sola delle coordinate $x\ y$.

8. L'esempio del Casorati, nel quale suppongo $V_2 = 4px^2$



mi dà gli sviluppi

$$y = 1 - (p+1)\frac{1}{x} + \text{ecc.}, \quad y = -1 + \frac{1}{2}(2p+1)\frac{1}{x} + \text{ecc.}$$

e quindi gli asintoti $y = 1$, $y = -1$ spettanti ad un punto doppio, i cui rami sono ordinarî purchè non sia $p = -1$, oppure $2p = -1$. Altri tre punti ordinarî all'infinito sono dati dagli sviluppi

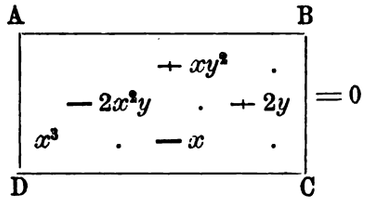
$$y = x + 0{,}4 - 0{,}656\frac{1}{x} + \text{ecc.}$$

$$y = -\frac{2}{3}x - \frac{23}{45} + 1{,}13\frac{1}{x} + \text{ecc.}$$

$$x = -\frac{1}{3} + \frac{1}{27}\cdot\frac{1}{y} + \text{ecc.}$$

per trovare l'ultimo dei quali convenne sviluppare la x secondo le potenze discendenti della y.

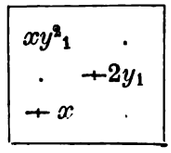
9. Bisogna avvertire di spingere gli sviluppi in serie abbastanza innanzi per assicurarsi dell'esistenza del punto della curva. Così per esempio nella seguente equazione



sviluppando y secondo le potenze discendenti della x si ha

$$\begin{array}{c|ccc|c} & x\,.\,y^2 - 2x^2\,.\,y + x^3 & & & 2\,.\,y - x \\ \hline x & x & -x^2 & 0 & 2 \quad +x \\ & x & 0 & & \end{array}$$

ed a motivo della radice doppia $y = x$ potrebbe credersi d'avere due punti all'infinito; invece il nuovo scacchiere algebrico



colla sua riga verticale $xy^2_1 + x = 0$ mostra che i due punti all'infinito sono immaginarî. Lo sviluppo di x secondo le potenze discendenti della y

$$\begin{array}{c|c|c|c} & y^2 . x + 2y & -2y . x^2 - x + 0 & x^3 + 0 + 0 + 0 \\ \hline -\frac{2}{y} & y^2 + 0 & -2y + 3 - \frac{6}{y} & 1 - \frac{2}{y} + \frac{4}{y^2} - \frac{8}{y^3} \\ & & -2y + 7 & 1 - \frac{4}{y} + \frac{12}{y^2} \\ & & & 1 - \frac{6}{y} \end{array}$$

$$\begin{vmatrix} & & y^2 x_1 & . \\ & -2y x^2_1 & . & . \\ x^3_1 & . & +7 x_1 & . \\ & -\frac{6}{y} x^2_1 & . & -\frac{6}{y} \\ & & +\frac{12}{y^2} x_1 & . \\ & & & -\frac{8}{y^3} \end{vmatrix} = 0$$

$$x = -\frac{2}{y} + \frac{6}{y^3} - \text{ecc.}$$

dà un punto ordinario all'infinito coll'asintoto $x = 0$.

10. Per conoscere la natura del punto nell'origine delle coordinate svilupperemo y secondo le potenze ascendenti della x

$$\begin{array}{c|c|c} & 2y - x & x . y^2 - 2x^2 . y + x^3 \\ \hline \frac{x}{2} & 2 + 0 & x - \frac{3}{2} x^2 + \frac{1}{4} x^3 \\ & & x - x^2 \end{array}$$

$$\begin{vmatrix} & & xy^2 & . \\ & -x^2 y & . & 2y \\ +\frac{1}{4} x^3 & . & . & . \end{vmatrix} = 0$$

e trovato

$$y = \frac{1}{2} x - \frac{1}{8} x^3 - \text{ecc.}$$

ne conchiuderemo (§ 2) che il punto è un flesso contrario contrassegnato dal numero $s = 2$.

I flessi si hanno combinando l'equazione della curva $x^2 - 2x^2 y + xy^2 - x + 2y = 0$ col suo Hessiano $x^3 - 4x^2 y + 5xy^2 - 2y^3 - 5x + 4y = 0$: si sa che nelle tritome

i tre flessi sono in linea retta, la quale (essendo (0,0:1) un flesso) avrà l'equazione $y = \alpha x$; sostituendo ne risulta

$$(\alpha - 1)^2 x^3 + 2\alpha - 1 = 0\,, \quad (\alpha - 1)^3 (1 - 2\alpha) x^2 - 5 + 4\alpha = 0$$

che danno i due flessi

$$\alpha = -1\,, \quad x = \pm \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\,, \quad y = \mp \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\,.$$

11. Un'altra *tritoma* dotata di *centro*, che può servire di tipo all'altro genere di *tetrattomene* ha l'equazione

$$\begin{array}{|ccc|} \hline & + xy^2 & . \\ - 2x^2 y & . & - 2y \\ x^3 & + x & . \\ \hline \end{array}$$

Oltre lo sviluppo

$$x = \frac{2}{y} + \text{ecc.}$$

si hanno i due sviluppi reali

$$y = x \pm 1 + \frac{1}{x} + \text{ecc.}\,,$$

e quindi tre punti ordinari sono all'infinito, due dei quali formano un punto doppio cogli asintoti paralleli. (La precitata (§ 6) formula (6) lascia dubbioso quale fra le due curve (§ 9, 11) abbia questi due asintoti $y = x \pm 1$). L'equazione $x^3 - 2x^2 y + xy^2 + x - 2y = 0$ ed il suo Hessiano $x^3 - 4x^2 y + 5xy^2 - 2y^2 + 5x - 4y = 0$ combinate colla $y = \alpha x$ danno ancora $\alpha = -1$, ma x risulta immaginaria, e quindi la curva ha un solo flesso.

Sull'equazione differenziale ellittica.

Nota del Socio G. BATTAGLINI

letta nella seduta del 7 dicembre 1879.

L'oggetto di questa Nota si è di mostrare come un'equazione fra tre variabili, quadratica rispetto a ciascuna di esse, può rappresentare, con certe condizioni, un integrale particolare dell'equazione differenziale ellittica a tre variabili, e l'integrale generale dell'equazione differenziale ellittica a due variabili, la terza variabile facendo le veci della costante arbitraria (1).

Consideriamo una forma binaria mista, quadratica rispetto alle variabili $x=x_1:x_2$, $y=y_1:y_2$, $z=z_1:z_2$, rappresentata simbolicamente da

$$(1)\qquad \varphi(x,y,z)=(a_1x_1+a_2x_2)^2\ (b_1y_1+b_2y_2)^2\ (c_1z_1+c_2z_2)^2=a^2_x b^2_y c^2_z\,,$$

le ombre (a, b, c) avendo significato di quantità solo nelle combinazioni che costituiscono i coefficienti dei diversi termini nello sviluppo algebrico di φ. Differenziando completamente l'equazione $\varphi=0$ si ha

$$\left(\frac{d\varphi}{dx_1}dx_1+\frac{d\varphi}{dx_2}dx_2\right)+\left(\frac{d\varphi}{dy_1}dy_1+\frac{d\varphi}{dy_2}dy_2\right)+\left(\frac{d\varphi}{dz_1}dz_1+\frac{d\varphi}{dz_2}dz_2\right)=0\,.$$

Ora posta l'equazione quadratica rispetto a $v=v_1:v_2$

$$\varphi(v)=(s_1v_1+s_2v_2)^2=s^2_v=0\,,$$

differenziando si ottiene

$$\tfrac{1}{2}\left(\frac{d\varphi}{dv_1}dv_1+\frac{d\varphi}{dv_2}dv_2\right)=s_vs_1dv_1+s_vs_2dv_2\,;$$

si ha inoltre successivamente

$$\frac{s_vs_2}{v_1}=-\frac{s_vs_1}{v_2}=k\,,$$

$$s^2_1v_1+(s_1s_2+k)v_2=0\,,\qquad (s_1s_2-k)v_1+s^2_2v_2=0\,,$$

$$\begin{vmatrix} s^2_1\,, & s_1s_2+k \\ s'_1s'_2-k\,, & s'^2_2 \end{vmatrix}=\begin{vmatrix} s^2_1\,, & s_1s_2 \\ s'_1s'_2\,, & s'^2_2 \end{vmatrix}+k^2=\tfrac{1}{2}(ss')^2+k^2=0\,,$$

(indicando s' ombra equivalente ad s) sicchè

$$\tfrac{1}{2}\left(\frac{d\varphi}{dv_1}dv_1+\frac{d\varphi}{dv_2}dv_2\right)=(v_1dv_2-v_2dv_1)k=(vdv)\sqrt{-\tfrac{1}{2}(ss')^2}\,;$$

(1) Cayley. *An elementary Treatise on elliptic Functions*, pag. 337 e seg.

quindi osservando che l'equazione $\varphi(x, y, z) = a^2_x b^2_y c^2_z = 0$ è quadratica rispetto ad $(x_1 : x_2)$, $(y_1 . y_2)$, $(z_1 : z_2)$, la sua equazione differenziale diverrà

$$(2) \qquad (xdx)\sqrt{(aa')^2 b^2_y b'^2_y c^2_z c'^2_z} + (ydy)\sqrt{(bb')^2 c^2_z c'^2_z a^2_x a'^2_x} + (zdz)\sqrt{(cc')^2 a^2_x a'^2_x b^2_y b'^2_y} = 0.$$

Le espressioni sottoposte al radicale sono i discriminanti di φ, considerata alternativamente come forma quadratica in $(x_1 : x_2)$, $(y_1 : y_2)$, $(z_1 : z_2)$.

Limitiamoci a considerare il caso in cui la forma φ sia simmetrica rispetto alle x, y, z; le ombre a, b, c saranno allora permutabili fra loro; quindi ponendo simbolicamente

$a_1 b_1 c_1 = S_1$, $b_1 c_1 a_2 = c_1 a_1 b_2 = a_1 b_1 c_2 = S_2$, $b_1 c_2 a_1 = c_2 a_2 b_1 = a_2 b_2 c_1 = S_3$, $a_2 b_2 c_2 = S_4$,

e per brevità

$x_1 y_1 z_1 = s_1$, $y_1 z_1 x_2 + z_1 x_1 y_2 + x_1 y_1 z_2 = s_2$, $y_2 z_2 x_1 + z_2 x_2 y_1 + x_2 y_2 z_1 = s_3$, $x_2 y_2 z_2 = s_4$,

si troverà

$$\varphi(x, y, z) = (S_1 s_1 + S_2 s_2 + S_3 s_3 + S_4 s_4)^2 = S^2_s,$$

le ombre S_i, S_j, $(i, j = 1, 2, 3, 4)$, avendo significato di quantità solo nelle combinazioni $S_i S_j$ che costituiscono i coefficienti $S_{ij} = S_{ji}$ nello sviluppo algebrico della forma quaternaria quadratica S^2_s.

Supponiamo la forma φ tale che ciascuna delle tre espressioni sottoposte al radicale in (2) si decomponga nel prodotto di due forme biquadratiche, ognuna contenente una sola delle variabili $(x_1 : x_2)$, $(y_1 : y_2)$, $(z_1 : z_2)$; è chiaro che se ciò avviene per una di esse avrà luogo ancora per le altre due, poichè queste si ricavano dalla prima con un semplice scambio tra le variabili, ed uno scambio tra le ombre, il che lascia inalterati i coefficienti: supporremo adunque

$$(3) \qquad (aa')^2 b^2_y b'^2_y c^2_z c'^2_z = f^4_y . f^4_z, \quad (bb')^2 c^2_z c'^2_z a^2_x a'^2_x = f^4_z . f^4_x,$$
$$(cc')^2 a^2_x a'^2_x b^2_y b'^2_y = f^4_x . f^4_y,$$

ed allora l'equazione (2) prenderà la forma dell'equazione differenziale ellittica

$$(4) \qquad \frac{(xdx)}{\sqrt{f^4_x}} + \frac{(ydy)}{\sqrt{f^4_y}} + \frac{(zdz)}{\sqrt{f^4_z}} = 0.$$

Vedremo che data la (4) si può soddisfare alle condizioni (3), rimanendo con ciò pienamente determinati i dieci coefficienti S_{ij} che entrano nell'espressione della forma φ; l'equazione $\varphi(x, y, z) = 0$ sarà quindi un integrale particolare dell'equazione (4), poichè non conterrà costante arbitraria: se poi una delle quantità $x = x_1 : x_2$, $y = y_1 : y_2$, $z = z_1 : z_2$, per esempio quest'ultima, si riguarda come costante, l'equazione $\varphi(x, y, z) = 0$ sarà l'integrale completo dell'equazione differenziale ellittica

$$(5) \qquad \frac{(xdx)}{\sqrt{f^4_x}} + \frac{(ydy)}{\sqrt{f^4_y}} = 0,$$

essendo $z = z_1 : z_2$ la costante arbitraria.

Viceversa se si vuole che l'equazione $\varphi(x,y,z)=0$ sia l'integrale completo dell'equazione differenziale (2), nella supposizione di z costante, dovrà z scomparire dall'equazione

$$\frac{(xdx)}{\sqrt{(bb')^2 a^2_x a'^2_x c^2_z c'^2_z}} + \frac{(ydy)}{\sqrt{(aa')^2 b^2_y b'^2_y c^2_z c'^2_z}} = 0,$$

il che non può accadere se non quando le condizioni (3) siano soddisfatte.

Se si dà una rappresentazione geometrica alle formole precedenti, riguardando in generale $v=v_1:v_2$ come la quantità che determina un elemento v in una forma geometrica di 1ª specie (ad esempio una punteggiata) l'equazione $\varphi = a^2_x b^2_y c^2_z = 0$ stabilirà una dipendenza fra gli elementi x, y, z, tale che, presi ad arbitrio due di essi, il terzo avrà due sole posizioni; se queste coincidono tra loro, la dipendenza fra i due primi elementi si otterrà eguagliando a zero una delle espressioni sottoposte al radicale nell'equazione (2); finalmente se queste espressioni si decompongono in fattori nel modo sopra indicato, nella dipendenza di cui si tratta, preso ad arbitrio il primo, o il secondo elemento, l'altro coinciderà sempre con uno qualunque dei quattro elementi v del gruppo determinato da $f^4_v = 0$.

Essendo

$$\varphi = \Big[S_1 x_1 y_1 z_1 + S_2 (y_1 z_1 x_2 + z_1 x_1 y_2 + x_1 y_1 z_2) + S_3 (y_2 z_2 x_1 + z_2 x_2 y_1 + x_2 y_2 z_1) + S_4 x_2 y_2 z_2 \Big]^2,$$

se si pone simbolicamente

$$S_1 z_1 + S_2 z_2 = Z_1, \quad S_2 z_1 + S_3 z_2 = Z_2, \quad S_3 z_1 + S_4 z_2 = Z_3,$$

onde

$$Z_{11} = S_{11} z^2_1 + 2S_{12} z_1 z_2 + S_{22} z^2_2, \qquad Z_{12} = S_{12} z^2_1 + (S_{13} + S_{22}) z_1 z_2 + S_{23} z^2_2,$$

$$Z_{22} = S_{22} z^2_1 + 2S_{23} z_1 z_2 + S_{33} z^2_2, \qquad Z_{13} = S_{13} z^2_1 + (S_{14} + S_{23}) z_1 z_2 + S_{24} z^2_2,$$

$$Z_{33} = S_{33} z^2_1 + 2S_{34} z_1 z_2 + S_{44} z^2_2, \qquad Z_{23} = S_{23} z^2_1 + (S_{24} + S_{33}) z_1 z_2 + S_{34} z^2_2,$$

si avrà

$$(6) \quad \varphi = \Big[Z_1 x_1 y_1 + Z_2 (x_1 y_2 + y_1 x_2) + Z_3 x_2 y_2 \Big]^2 = 2x_1 x_2 \begin{array}{c|ccc} & y^2_1 & 2y_1 y_2 & y^2_2 \\ x^2_1 & Z_{11}, & Z_{12}, & Z_{22} \\ x_1 x_2 & Z_{12}, & \frac{1}{2}(Z_{13} + Z_{22}), & Z_{23} \\ x^2_2 & Z_{22}, & Z_{23}, & Z_{33} \end{array},$$

il coefficiente di ciascun termine essendo l'elemento del determinante che corrisponde alla linea ed alla colonna indicata dai fattori in x ed y.

Ponendo ora

$$F(v) = F_0 v^4_1 + 4F_1 v^3_1 v_2 + 6F_2 v^2_1 v^2_2 + 4F_3 v_1 v^3_2 + F_4 v^4_2,$$

esprimiamo che il discriminante di φ, considerata come forma quadratica in x, o in y, si decomponga in $F(y) F(z)$, o in $F(x) F(z)$; si troveranno da principio le condizioni in z

$$Z_{11} Z_{22} - Z^2_{12} = F_0 F(z), \quad Z_{22} Z_{33} - Z^2_{23} = F_4 F(z).$$

$$(7) \qquad Z_{11} Z_{23} - Z_{12} Z_{13} = 2F_1 F(z), \quad Z_{33} Z_{12} - Z_{13} Z_{23} = 2F_3 F(z),$$

$$Z_{11} Z_{33} - Z^2_{13} - 2(Z_{22} Z_{13} - Z_{12} Z_{23}) = 6F_2 F(z),$$

nelle quali entrano i determinanti minori di secondo ordine del determinante

$$Z = \begin{vmatrix} Z_{11}, & Z_{12}, & Z_{13} \\ Z_{21}, & Z_{22}, & Z_{23} \\ Z_{31}, & Z_{32}, & Z_{33} \end{vmatrix},$$

e quindi le relazioni fra le S_{ij} e le F_i

$$S_{11}S_{22}-S^2_{12}=F^2_0,\quad S_{22}S_{33}-S^2_{23}=F_0F_4,\quad S_{33}S_{44}-S^2_{34}=F^2_4,$$
$$S_{11}S_{23}-S_{12}S_{13}=2F_0F_1,\quad S_{33}S_{12}-S_{13}S_{23}=2F_0F_3,$$
$$S_{22}S_{34}-S_{23}S_{24}=2F_1F_4,\quad S_{44}S_{23}-S_{24}S_{34}=2F_3F_4,$$

$$S_{22}S_{33}-S^2_{23}+(S_{12}S_{34}-S_{13}S_{24})+(S_{12}S_{34}-S_{23}S_{14})=8F_1F_3,$$
$$S_{11}S_{24}-S_{12}S_{14}+(S_{12}S_{23}-S_{13}S_{22})+(S_{11}S_{33}-S^2_{13})=8F^2_1,$$
$$S_{44}S_{13}-S_{34}S_{14}+(S_{23}S_{34}-S_{24}S_{33})+(S_{22}S_{44}-S^2_{24})=8F^2_3,$$

(8) $$S_{11}S_{33}-S^2_{13}+2(S_{12}S_{23}-S_{22}S_{13})=6F_0F_2,\ S_{22}S_{44}-S^2_{24}+2(S_{23}S_{34}-S_{33}S_{24})=6F_2F_4,$$

$$S_{11}S_{34}-S_{13}S_{14}+(S_{12}S_{24}-S_{22}S_{14})+2(S_{33}S_{12}-S_{13}S_{23})=12F_1F_2,$$
$$S_{44}S_{12}-S_{24}S_{14}+(S_{13}S_{34}-S_{33}S_{14})+2(S_{22}S_{34}-S_{23}S_{24})=12F_2F_3,$$
$$S_{11}S_{44}-S^2_{14}+3(S_{22}S_{33}-S^2_{23})+6(S_{12}S_{34}-S_{23}S_{14})=36F^2_2,$$

nelle quali entrano i determinanti minori di secondo ordine del determinante

$$S=\begin{vmatrix} S_{11}, & S_{12}, & S_{13}, & S_{14} \\ S_{21}, & S_{22}, & S_{23}, & S_{24} \\ S_{31}, & S_{32}, & S_{33}, & S_{34} \\ S_{41}, & S_{42}, & S_{43}, & S_{44} \end{vmatrix}.$$

Formiamo il determinante ad elementi reciproci del determinante Z, il quale sarà eguale a Z^2, e poi gli elementi reciproci di quelli del determinante Z^2; indicando con I ed J l'invariante quadratico, e l'invariante cubico della forma biquadratica F, e con H il suo Hessiano, o sia ponendo

$$I=2(F_0F_4-4F_1F_3+3F^2_2),\ J=6(F_0F_2F_4+2F_1F_2F_3-F^3_2-F_0F^2_3-F^2_1F_4),$$
$$H(v)=H_0v^4_1+4H_1v^3_1v_2+6H_2v^2_1v^2_2+4H_3v_1v^2_3+H_4v^4_2.$$

in cui si ha

$$H_0=2(F_0F_2-F^2_1),\ H_1=F_0F_3-F_1F_2,\ H_3=F_1F_4-F_2F_3,\ H_4=2(F_2F_4-F^2_3)$$
$$3H_2=F_0F_4+2F_1F_3-3F^2_2,$$

e ponendo inoltre

(9) $$Z_{22}Z_{13}-Z_{12}Z_{23}=(\omega-R_2)F(z),$$

in cui ω dinota una quantità arbitraria, si troverà per le formole (7)

$$Z^2=F(z)^3\begin{vmatrix} F_4, & -2F_3, & F_2-\omega \\ -2F_3, & 4F_2+2\omega, & -2F_1 \\ F_2-\omega, & -2F_1, & F_0 \end{vmatrix}=-2F(z)^3(\omega^3-\tfrac{1}{2}I\omega-\tfrac{1}{3}J),$$

e per le note proprietà dei determinanti ad elementi reciproci si avrà

$$ZZ_{11}=2F(z)^2(H_0+\omega F_0),\quad ZZ_{12}=2F(z)^2(H_1+\omega F_1),$$

(10) $$ZZ_{13}=2F(z)^2\left[H_2+\omega F_2+(\omega^2-\tfrac{1}{6}I)\right],\ ZZ_{22}=2F(z)^2\left[H_2+\omega F_2-\tfrac{1}{2}(\omega^2-\tfrac{1}{6}I)\right],$$
$$ZZ_{23}=2F(z)^2(H_3+\omega F_3),\ ZZ_{33}=2F(z)^2(H_4+\omega F_4);$$

quindi sostituendo per Z e le Z_{ij} le loro espressioni in (z_1, z_2) verrà

$$\frac{S_{11}\,z^2_1 + 2S_{12}\,z_1\,z_2 + S_{22}\,z^2_2}{H_0 + \omega F_0} = \frac{S_{12}\,z^2_1 + (S_{13} + S_{22})\,z_1\,z_2 + S_{23}\,z^2_2}{H_1 + \omega F_1} =$$

$$(11)\quad \frac{S_{13}\,z^2_1 + (S_{14} + S_{23})\,z_1\,z_2 + S_{24}\,z^2_2}{H_2 + \omega F_2 + (\omega^2 - \frac{1}{6}\,I)} = \frac{S_{22}\,z^2_1 + 2S_{23}\,z_1\,z_2 + S_{33}\,z^2_2}{H_2 + \omega F_2 - \frac{1}{2}\,(\omega^2 - \frac{1}{6}\,I)} =$$

$$\frac{S_{23}\,z^2_1 + (S_{24} + S_{33})\,z_1\,z_2 + S_{34}\,z^2_2}{H_3 + \omega F_3} = \frac{S_{33}\,z^2_1 + 2S_{34}\,z_1\,z_2 + S_{44}\,z^2_2}{H_4 + \omega F_4} = \frac{\sqrt{F(z)}}{\sqrt{-\frac{1}{2}(\omega^3 - \frac{1}{2}\,I\,\omega - \frac{1}{3}\,J)}}.$$

Ponendo in (6) i valori (10) di Z_{ij}, l'equazione $\varphi = 0$ diverrà

$$(12)\quad \begin{array}{c|ccc|} & y^2_1 & 2y_1y_2 & y^2_2 \\ x^2_1 & H_0 + \omega F_0, & H_1 + \omega F_1, & H_2 + \omega F_2 \\ 2x_1x_2 & H_1 + \omega F_1, & H_2 + \omega F_2, & H_3 + \omega F_3 \\ x^2_2 & H_2 + \omega F_2, & H_3 + \omega F_3, & H_4 + \omega F_4 \end{array} - \frac{1}{2}\,(\omega^2 - \frac{1}{6}\,I)\,(x_1y_2 - y_1x_2)^2 = 0\,,$$

o sia, posto

$$\Theta_x = x_1\frac{d}{dv_1} + x_2\frac{d}{dv_2},\quad x_1y_2 - y_1x_2 = (xy),\quad \Theta_y = y_1\frac{d}{dv_1} + y_2\frac{d}{dv_2},$$

$$(13)\quad \frac{1}{1.2.3.4}\,\Theta^2_x\,\Theta^2_y\left[H(v) + \omega F(v)\right] - \frac{1}{2}\,(\omega^2 - \frac{1}{6}\,I)\,(xy)^2 = 0\,.$$

L'equazione (13), indipendentemente dalle condizioni (8), è l'integrale generale dell'equazione differenziale ellittica

$$(5)\quad \frac{(xdx)}{\sqrt{F(x)}} + \frac{(ydy)}{\sqrt{F(y)}} = 0,$$

essendo ω la costante arbitraria. La prima parte di (13) eguagliata a zero, cioè l'equazione

$$(14)\quad \frac{1}{1.2.3.4}\,\Theta^2_x\,\Theta^2_y\left[H(v) + \omega F(v)\right] = 0,$$

stabilisce la relazione fra un elemento x, o pure y, ed i suoi elementi armonici di 2° grado y, o pure x, rispetto al gruppo dei quattro elementi determinati dall'equazione $H(v) + \omega F(v) = 0$.

Fra gl'integrali particolari dell'equazione differenziale proposta (5), dati da (13) variando ω, sono notevoli i due che corrispondono ad $\omega = \pm\sqrt{\frac{1}{6}\,I}$; allora l'equazione (13) si riduce a (14), e si vedrà facilmente che le due forme

$$H(v) + \sqrt{\tfrac{1}{6}\,I}\,F(v) = p^4_v,\quad \text{ed}\quad H(v) - \sqrt{\tfrac{1}{6}\,I}\,F(v) = q^4_v,$$

sono quelle che nel sistema sizigetico $H(v) + \omega F(v)$ hanno per Hessiano la forma stessa $F(v)$, se si osserva che, per ogni valore di φ, il discriminante di (13), considerata come forma quadratica in (x_1, x_2), o in (y_1, y_2), deve dare $F(y)$, o $F(x)$, moltiplicata per una costante, e che per i due suddetti valori particolari di ω il discriminante di (14) non è che l'Hessiano di $H(y) + \omega F(y)$, o di $H(x) + \omega F(x)$. — All'equazione (13) potrà darsi, per mezzo di questi due integrali particolari, la forma

$$\left(1 + \frac{\omega}{\sqrt{\frac{1}{6}\,I}}\right)p^2_x\,p^2_y + \left(1 - \frac{\omega}{\sqrt{\frac{1}{6}\,I}}\right)q^2_x\,q^2_y - (\omega^2 - \tfrac{1}{6}\,I)\,(xy)^2 = 0\,.$$

Sono notevoli anche gl'integrali particolari che corrispondono ai tre valori di ω radici dell'equazione

$$\Omega = -\tfrac{1}{2}(\omega^3 - \tfrac{1}{2} I\omega - \tfrac{1}{3} J) = 0,$$

per ciascuno dei quali, come è noto, $H(v) + \omega F(v)$ è un quadrato esatto, di cui la radice è uno dei fattori del covariante T di F, di 3° grado e di 6° ordine.

Se nella dipendenza fra gli elementi x ed y espressa dall'equazione (13) si suppone che x ed y coincidono con l'elemento v, si avrà, qualunque sia ω, l'equazione

$$H(v) + \omega F(v) = 0.$$

Cerchiamo ora se l'equazione $\varphi = 0$ in (6) può essere un integrale di

$$\frac{(xdx)}{\sqrt{F(x)}} + \frac{(ydy)}{\sqrt{F(y)}} + \frac{(zdz)}{\sqrt{F(z)}} = 0, \tag{4}$$

o sia se vi è un sistema di valori dei coefficienti S_{ij} che verificano le condizioni (8): per rendere più agevole il calcolo possiamo supporre che la forma $F(v)$ sia ridotta ad

$$F(v) = 4F_1 v^3_1 v_2 + 6F_2 v^2_1 v^2_2 + 4F_3 v_1 v^3_2;$$

ponendo allora in (8) $F_0 = 0$, $F_4 = 0$, le nove equazioni del sistema che contengono F_0 ed F_4 saranno soddisfatte ponendo

$$S^2_{12} = S_{11} S_{22},\ S^2_{13} = S_{11} S_{33},\ S^2_{23} = S_{22} S_{33},\ S^2_{24} = S_{22} S_{44},\ S^2_{34} = S_{33} S_{44},$$

e le altre sei daranno

$$\frac{R_1}{R_3} = \sqrt{\frac{S_{11}}{S_{33}}} = \sqrt{\frac{S_{22}}{S_{44}}} = \frac{S_{22} + \sqrt{S_{11} S_{33}}}{S_{33} + \sqrt{S_{22} S_{44}}}$$

(che equivalgono a due sole equazioni indipendenti), con altre tre equazioni, nelle quali posto, d'accordo con le formole precedenti,

$$\frac{S_{11}}{R^2_1} = \frac{S_{13}}{R_1 R_3} = \frac{S_{33}}{R^2_3} = \rho', \quad \frac{S_{22}}{R^2_1} = \frac{S_{24}}{R_1 R_3} = \frac{S_{44}}{R^2_3} = \rho'',$$

$$\frac{S_{12}}{R^2_1} = \frac{S_{23}}{R_1 R_3} = \frac{S_{34}}{R^2_3} = \sqrt{\rho' \rho''},$$

verrà

$$\sqrt{\rho' \rho''}(R_1 R_3 \sqrt{\rho' \rho''} - S_{14}) = 8,$$

$$(R_1 \rho'' + R_3 \rho')(R_1 R_3 \sqrt{\rho' \rho''} - S_{14}) = 12 R_2,$$

$$(7 R_1 R_3 \sqrt{\rho' \rho''} + S_{14})(R_1 R_3 \sqrt{\rho' \rho''} - S_{14}) = 36 R^2_2;$$

da queste tre ultime equazioni si deduce poi, posto $\sqrt{-1} = \iota$,

$$S_{14} = \tfrac{1}{2}(9R^2_2 - 14 R_1 R_3) \sqrt{\rho' \rho''}$$

$$\iota R_3 \rho' = -\frac{3R_2}{\sqrt{9R^2_2 - 16 R_1 R_3}} + 1, \quad \iota R_1 \rho'' = -\frac{3R_2}{\sqrt{9R^2_2 - 16 R_1 R_3}} - 1,$$

onde

$$\iota \rho' \rho'' = \frac{4}{\sqrt{9R^2_2 - 16 R_1 R_3}},$$

e con ciò i coefficienti S_{ij} resteranno pienamente determinati. È presso che inutile avvertire che il moltiplicatore ι che affetta i valori di tutt' i coefficienti S_{ij} non

accenna ad alcuna impossibilità nella risoluzione del problema, poichè il t sparisce quando quei valori dei coefficienti si sostituiscono nell'equazione $\varphi = 0$.

Assicurata in tal modo la possibilità della coesistenza delle condizioni (8), per trovare i valori generali dei coefficienti S_{ij} di φ che le verificano si procederà nel seguente modo.

Osserviamo in primo luogo che l'integrale generale dell'equazione (5) essendo dato tanto da (13), che contiene la costante arbitraria ω a secondo grado, quanto da $\varphi = 0$ in (6), (con i valori di S_{ij} determinati da (8)), che contiene la costante arbitraria $z = z_1 : z_2$ anche a secondo grado, vi sarà tra ω e z una relazione lineare; da un'altra parte è chiaro, per le formole (11), che a ciascun valore di ω che annulla Ω deve corrispondere un valore di z che annulla $F(z)$, e di più, per la formola (9), al valore infinito di ω dovrà corrispondere anche un valore di z che annulla $F(z)$: segue da ciò che indicando con λ, μ, ν le radici di $\Omega = 0$, e con $\alpha = \alpha_1 : \alpha_2$, $\beta = \beta_1 : \beta_2$, $\gamma = \gamma_1 : \gamma_2$, $\delta = \delta_1 : \delta_2$ le radici di $F(z) = 0$, si potrà supporre

$$\omega - \lambda = \lambda' \frac{(z\alpha)}{(z\delta)}, \quad \omega - \mu = \mu' \frac{(z\beta)}{(z\delta)}, \quad \omega - \nu = \nu' \frac{(z\gamma)}{(z\delta)},$$

in cui λ', μ', ν' sono costanti da determinare, ed in generale per due simboli qualunque p, q si è posto $p_1 q_2 - p_2 q_1 = (pq)$. Ora è noto, per la teoria delle forme binarie biquadratiche, che ponendo

$$l = (\beta\gamma)(\alpha\delta), \quad m = (\gamma\alpha)(\beta\delta), \quad n = (\alpha\beta)(\gamma\delta),$$

si ha

$$\lambda = \tfrac{1}{6}(m - n), \quad \mu = \tfrac{1}{6}(n - l), \quad \nu = \tfrac{1}{6}(l - m),$$

quindi ponendo nella prima delle suddette relazioni tra ω e z (le quali naturalmente equivalgono ad una sola), $\omega = \mu$, $z = \beta$; $\omega = \nu$, $z = \gamma$; nella seconda $\omega = \nu$, $z = \gamma$; $\omega = \lambda$, $z = \alpha$; e nella terza $\omega = \lambda$, $z = \alpha$; $\omega = \mu$, $z = \beta$, ed osservando che $\lambda + \mu + \nu = 0$, si troverà

$$\lambda' = -\tfrac{1}{2}(\beta\delta)(\gamma\delta), \qquad \mu' = -\tfrac{1}{2}(\gamma\delta)(\alpha\delta), \qquad \nu' = -\tfrac{1}{2}(\alpha\delta)(\beta\delta),$$

onde

$$(15)\quad \omega - \lambda = -\tfrac{1}{2}(\beta\delta)(\gamma\delta)\frac{(z\alpha)}{(z\delta)}, \ \omega - \mu = -\tfrac{1}{2}(\gamma\delta)(\alpha\delta)\frac{(z\beta)}{(z\delta)}, \ \omega - \nu = -\tfrac{1}{2}(\alpha\delta)(\beta\delta)\frac{(z\gamma)}{(z\delta)},$$

$$\Omega = -\tfrac{1}{2}(\omega - \lambda)(\omega - \mu)(\omega - \nu) = \frac{1}{16}\frac{(\alpha\delta)^2(\beta\delta)^2(\gamma\delta)^2}{(z\delta)^4} F(z),$$

e finalmente

$$(16)\qquad \frac{\sqrt{F(z)}}{\sqrt{-\tfrac{1}{2}(\omega^3 - \tfrac{1}{2} I\omega - \tfrac{1}{3} J)}} = 4\frac{(z\delta)^2}{(\alpha\delta)(\beta\delta)(\gamma\delta)}.$$

Ciò posto: rimpiazzando nelle equazioni (11) l'ultima frazione con la frazione equivalente per mezzo di (16), e poi facendo successivamente $\omega = \lambda$, $z = \alpha$; $\omega = \mu$, $z = \beta$; $\omega = \nu$, $z = \gamma$, si avranno per determinare i coefficienti S_{11}, S_{12}, S_{22}, che entrano nella prima delle frazioni in (11), le equazioni

$$S_{11}\alpha_1^2 + 2S_{12}\alpha_1\alpha_2 + S_{22}\alpha_2^2 = 4\frac{(\alpha\delta)^2}{(\alpha\delta)(\beta\delta)(\gamma\delta)}(H_0 + \lambda F_0)$$

$$S_{11}\beta_1^2 + 2S_{12}\beta_1\beta_2 + S_{22}\beta_2^2 = 4\frac{(\beta\delta)^2}{(\alpha\delta)(\beta\delta)(\gamma\delta)}(H_0 + \mu F_0)$$

$$S_{11}\gamma_1^2 + 2S_{12}\gamma_1\gamma_2 + S_{22}\gamma_2^2 = 4\frac{(\gamma\delta)^2}{(\alpha\delta)(\beta\delta)(\gamma\delta)}(H_0 + \nu F_0);$$

da queste equazioni, osservando che

$$\begin{vmatrix} \alpha^2_1, & \alpha_1\alpha_2, & \alpha^2_2 \\ \beta^2_1, & \beta_1\beta_2, & \beta^2_2 \\ \gamma^2_1, & \gamma_1\gamma_2, & \gamma^2_2 \end{vmatrix} = -(\beta\gamma)(\gamma\alpha)(\alpha\beta),$$

$$\tfrac{1}{4}(\beta\gamma)(\gamma\alpha)(\alpha\beta)(\alpha\delta)(\beta\delta)\gamma\delta) = \sqrt{2R} = \sqrt{2(I^3 - 6J^2)},$$

(in cui R è il discriminante della forma F), e ponendo

$$l(\alpha\delta)\beta_1\gamma_1 + m(\beta\delta)\gamma_1\alpha_1 + n(\gamma\delta)\alpha_1\beta_1 = P_{11}\sqrt{2R},$$

$$l(\alpha\delta)(\beta_1\gamma_2 + \gamma_1\beta_2) + m(\beta\delta)(\gamma_1\alpha_2 + \alpha_1\gamma_2) + n(\gamma\delta)(\alpha_1\beta_2 + \beta_1\alpha_2) = P_{12}\sqrt{2R},$$

$$l(\alpha\delta)\beta_2\gamma_2 + m(\beta\delta)\gamma_2\alpha_2 + n(\gamma\delta)\alpha_2\beta_2 = P_{22}\sqrt{2R},$$

(17)
$$l(m-n)(\alpha\delta)\beta_1\gamma_1 + m(n-l)(\beta\delta)\gamma_1\alpha_1 + n(l-m)(\gamma\delta)\alpha_1\beta_1 = 6Q_{11}\sqrt{2R},$$

$$l(m-n)(\alpha\delta)(\beta_1\gamma_2 + \gamma_1\beta_2) + m(n-l)(\beta\delta)(\gamma_1\alpha_2 + \alpha_1\gamma_2) + n(l-m)(\gamma\delta)(\alpha_1\beta_2 + \beta_1\alpha_2) = 6Q_{12}\sqrt{2R},$$

$$l(m-n)(\alpha\delta)\beta_2\gamma_2 + m(n-l)(\beta\delta)\gamma_2\alpha_2 + n(l-m)(\gamma\delta)\alpha_2\beta_2 = 6Q_{22}\sqrt{2R},$$

si dedurrà

$$S_{11} = -(P_{22}H_0 + Q_{22}F_0), \quad 2S_{12} = P_{12}H_0 + Q_{12}F_0, \quad S_{22} = -(P_{11}H_0 + Q_{11}F_0).$$

Operando allo stesso modo sulle altre frazioni in (11), (ponendo invece della terza e della quarta l'altra frazione equivalente che si ottiene aggiungendo ai termini della prima di esse il doppio dei termini della seconda) si otterrà il seguente sistema di equazioni per determinare immediatamente i coefficienti S_{ij}:

$$\begin{gathered} S_{11} = -(P_{22}H_0 + Q_{22}F_0), \; 2S_{12} = P_{12}H_0 + Q_{12}F_0, \; S_{22} = -(P_{11}H_0 + Q_{11}F_0), \\ S_{12} = -(P_{22}H_1 + Q_{22}F_1), \; S_{13} + S_{22} = P_{12}H_1 + Q_{12}F_1, \; S_{23} = -(P_{11}H_1 + Q_{11}F_1), \\ \tfrac{1}{3}(S_{13} + 2S_{22}) = -(P_{22}H_2 + Q_{22}F_2), \; \tfrac{1}{3}(S_{14} + 5S_{23}) = P_{12}H_2 + Q_{12}F_2, \\ \tfrac{1}{3}(S_{24} + 2S_{33}) = -(P_{11}H_2 + Q_{11}F_2), \\ S_{23} = -(P_{22}H_3 + Q_{22}F_3), \; S_{24} + S_{33} = P_{12}H_3 + Q_{12}F_3, \; S_{34} = -(P_{11}H_3 + Q_{11}F_3), \\ S_{33} = -(P_{22}H_4 + Q_{22}F_4), \; 2S_{34} = P_{12}H_4 + Q_{12}F_4, \; S_{44} = -(P_{11}H_4 + Q_{11}F_4). \end{gathered} \tag{18}$$

È chiaro, per la stabilita coesistenza delle condizioni (8), che le diverse espressioni ricavate da (18) per uno stesso coefficiente S_{ij} debbono essere fra loro equivalenti.

Adunque l'equazione $\varphi = 0$, con i valori dei coefficienti S_{ij} dedotti da (18), sarà un integrale particolare dell'equazione differenziale ellittica (4).

Il problema della determinazione dei coefficienti S_{ij} ammette quattro soluzioni, secondo la radice di $F(z) = 0$, che si fa corrispondere al valore infinito di ω. — Le formole (18) diventano illusorie quando $R = 0$, ma allora $F(v)$ avendo un elemento doppio, l'equazione (4) non è più un'equazione differenziale ellittica.

Sulla composizione di alcuni serpentini della Toscana.

Nota del Socio Alfonso Cossa

letta nella seduta del 4 gennaio 1880.

Il reale Comitato geologico italiano mi diede l'incarico di indagare con ricerche chimiche e microscopiche, la composizione di alcune tra le principali roccie italiane, cominciando dalle roccie serpentinose. Per quanto si riferisce alla scelta ed alla raccolta dei campioni da studiarsi contribuirono finora con apposite escursioni: il comm. ing. Giordano e l'ing. Lotti per la Toscana, il prof. Taramelli per alcune regioni dell'Appennino e le Alpi Lombarde, il prof. Capellini per il Bolognese ed il prof. Lovisato per la Calabria.

È indubitabile che gli studî chimici e microscopici possono arrecare gran luce alla questione molto dibattuta intorno la genesi del serpentino. Però per riuscire veramente utili allo scopo desiderato, queste ricerche devono essere assai numerose, complete il più che è possibile ed estendersi eziandio alle roccie che si trovano in contatto coi serpentini. Pertanto sarà solamente dopo aver raccolto un gran numero di dati ben accertati sulla composizione chimica e mineralogica, che io potrò tentare di rispondere ai quesiti che mi furono proposti dai geologi sui rapporti genetici delle roccie che compongono una data formazione serpentinosa. Per ora debbo limitarmi a descrivere i risultati delle osservazioni microscopiche e delle ricerche chimiche.

Formarono oggetto delle mie prime ricerche sulle roccie serpentinose italiane, sei campioni di serpentino raccolti nel luglio 1879 dal comm. ing. Felice Giordano nelle seguenti località della Toscana.

I. Calagrande. Monte Argentaro; provincia di Grosseto.
II. Paese di Gabbro presso Livorno.
III. Rio Marina
IV. Rio Alto
V. Longone
VI. Portoferrajo

} *Isola d'Elba*

Mi è grato di poter dire che nell'esecuzione di questo lavoro fui aiutato dal giovane ingegnere delle miniere Ettore Mattirolo, che attende nel mio laboratorio con molto zelo e profitto a studî petrografici.

I.

Serpentino di Calagrande. Monte Argentaro. Provincia di Grosseto.

Il campione del serpentino di Calagrande raccolto ed inviatomi dall'ingegnere Felice Giordano, consta principalmente di una pasta molto compatta di colore verde cupo, a frattura scagliosa; in essa sono irregolarmente disseminati un minerale lamellare e degli ammassi di un minerale metallico avente un color grigio d'acciaio e fortemente attirabile dalla calamita. Il minerale lamellare nel piano di più facile sfaldatura presenta una lucentezza leggermente metalloidea, simile a quella offerta dal diallagio. È appunto per questo carattere che il serpentino di Calagrande e quelli di altre località della Toscana, sono dai geologi indicati col nome di serpentino diallagico. Però fin d'ora debbo avvertire che il minerale lamellare contenuto nel serpentino del monte Argentaro e nei campioni dei serpentini dell'isola d'Elba che mi furono inviati dall'ing. Giordano, pei suoi caratteri chimici e per le sue proprietà ottiche, risulta essere bastite e non già diallagio.

Osservando con una lente gli aggruppamanti del minerale metallico attirabile dalla calamita irregolarmente distribuito nel serpentino di Calagrande, si vede che essi contengono dei granuli cristallini, incolori il più delle volte, e raramente colorati in giallo ocraceo. L'esame chimico dimostrò che questi cristallini sono costituiti da apatite.

La parte compatta della roccia ridotta in schegge sottili è semitrasparente nei bordi con un colore giallo verdognolo. Essa presenta tutti i caratteri del serpentino propriamente detto. Coll'esame macroscopico non si può osservare alcun indizio della presenza di olivina.

Preparai due grandi lamine sottili di questa roccia della dimensione di circa 14 centimetri quadrati (numeri 139 e 140 della mia collezione). In queste due preparazioni osservansi ben distinti e separati i componenti sovra notati, e vi si rileva che il serpentino propriamente detto, che apparisce quasi incoloro ed apparentemente costituito da una materia omogenea, occupa circa i due terzi dell'estensione del taglio.

I noduli di magnetite trovansi sempre nella parte lamellare della roccia.

Quanto ho qui descritto mette già in evidenza come il serpentino di Calagrande differisce dalle roccie serpentinose più comuni derivanti dalla scomposizione di roccie peridotiche, nelle quali, com'è noto, il minerale metallico è diffuso in tutta la roccia e loro impartisce, quando sono ridotte in lamine sottili, un aspetto reticolare caratteristico.

Osservando nella luce ordinaria e con un forte ingrandimento la parte serpentinosa ed apparentemente omogenea della roccia, si vede che essa ha una struttura a maglie rettangolari che simulano l'aspetto di una inferriata, struttura che deriva da due serie di tubilli che attraversano la massa intersecandosi ad angolo retto. Alcuni di questi tubilli contengono delle laminette di forma per lo più irregolare; altri sono impregnati d'una materia verde serpentinosa. Nella luce polarizzata la struttura sopra notata apparisce molto più distintamente. Coi nicol a 90° l'interno

delle maglie rettangolari si presenta come una massa quasi perfettamente oscura. I contorni dei tubilli si estinguono perfettamente quando sono paralleli alle sezioni principali dei nicol, mentre il loro contenuto presenta il fenomeno di polarizzazione per aggregazione. Questa pasta della roccia non contiene magnetite, nè alcun residuo appariscente di olivina. Essa deriva dalla serpentinizzazione di un minerale trimetrico, che è molto probabilmente la bastite.

Il minerale lamellare della roccia serpentinosa di Calagrande presenta i seguenti caratteri: ha un aspetto metalloideo nella direzione di più facile sfaldatura. Ridotto in lamine molto sottili è trasparente ed ha un colore verde cupo. Al cannello non fonde, si sfoglia ed assume uno splendore metalloideo. È decomposto parzialmente dall'acido cloridrico e totalmente dall'acido solforico. Contiene acqua, silice, ossido ferroso, ossido ferrico magnesia. Non contiene calce. Al microscopio si presenta striato longitudinalmente e cosparso di minutissimi cristallini ottaedrici di magnetite ammonticchiati gli uni sugli altri e disposti parallelamente alle striature. La più parte delle lamine del minerale, sono attraversate in varie direzioni e saltuariamente da vene di serpentino, le quali hanno evidentemente una origine posteriore al minerale lamellare che esse, come risulta dall'esame di molti tagli fatti in questa roccia, hanno dislocato e contorto. Nella luce polarizzata questo minerale si comporta come una sostanza trimetrica. La doppia rifrazione è ben marcata; gli assi ottici sono in un piano normale alle lamine di più facile sfaldatura, nelle quali si osservano distintamente i due sistemi di iperboli.

Il minerale lamellare inchiuso nel serpentino di Calagrande presenta pertanto tutti i caratteri chimici della bastite e nessuno dei caratteri ottici osservati contradice a questa supposizione. Non può confondersi col diallagio per la sua infusibilità, per non contenere calce e perchè sulle faccie di più facile sfaldatura osservansi due e non una sola figura assiale. Nemmeno può essere scambiato colla enstatite, o colla bronzite, perchè contiene acqua, è intaccato dagli acidi ed inoltre per la posizione degli assi ottici rispetto alla direzione di più facile sfaldatura.

Intercalate irregolarmente tra le lamine di bastite trovansi pure delle lamine di anfibolo riconoscibili per le direzioni della loro sfaldatura e per il dicroismo ben marcato. Molto probabilmente deriva dall'anfibolo l'allumina riscontrata nell'analisi chimica di questa roccia.

Nelle sezioni che ho esaminate, l'apatite si presenta in cristallini a contorni ben netti; in alcuni di essi vedesi penetrata la materia serpentinosa. In questi cristalli trovansi molte cavità di forma irregolare contenenti liquidi con libelle mobili. Vi sono pure delle granulazioni esilissime di magnetite.

La magnetite contenuta nella roccia ammonta a circa il 18 per cento in peso. Essa contiene del ferro titanato; infatti, quantunque finamente polverizzata, non si scioglie completamente nell'acido cloridrico. Il residuo insolubile, fuso con bisolfato potassico, forma per l'aggiunta di molta acqua una soluzione che colla ebollizione prolungata depone dell'acido titanico.

Due determinazioni del peso specifico diedero questi risultati:

Con grammi 11,205 di roccia 2,992 a + 19°
» » 9,995 » » 3,025 » + 17°

Composizione centesimale.

Anidride silicica	33,863
Anidride titanica	0,686
Anidride fosforica	1,310
Allumina	7,562
Ossido ferroso	15,345
Ossido ferrico	12,073
Ossido di manganese	tracce
Magnesia	18,692
Calce	4,514
Perdita per calcinazione	5,868
	99,913

II.

Serpentino del paese di Gabbro presso Livorno.

È una roccia molto compatta a frattura irregolarmente scagliosa. Essa è formata da una pasta di serpentino propriamente detto, di un colore verde nerastro, in cui sono disseminate in gran copia delle lamine di bastite. Alcuni dei cristalli di bastite sono alterati, non presentano la superficie metalloidea caratteristica di questo minerale e sono più o meno intieramente convertiti in una materia terrosa bianca, qualche volta ocracea, amorfa e che presenta tutti i caratteri chimici di un silicato di magnesia idrato.

La pasta della roccia ridotta in schegge sottili è semitrasparente e di colore giallo verdognolo sui bordi. La roccia contiene dei piccoli cristalli di magnetite ed è in vari punti attraversata da vene di crisotilo.

Osservando col microscopio e nella luce polarizzata sezioni sottili di questa roccia, si vede che le lamine di bastite, che ne formano la parte più considerevole, sono attraversate da vene di crisotilo e disseminate irregolarmente da nuclei più o meno grossi di magnetite. La parte propriamente serpentinosa della roccia presenta l'aspetto reticolare caratteristico delle serpentine peridotiche, anzi in più luoghi appaiono ancora residui di grani d'olivina non ancora totalmente trasformati in serpentino. Per questo fatto il serpentino di Gabbro differisce affatto da quello di monte Argentaro.

Composizione chimica.

Il peso specifico della roccia è eguale a 2,57 alla temperatura di + 16°.

L'analisi chimica diede i seguenti risultati:

Anidride silicica	40,892
Anidride titanica	traccie
Ossido ferroso	4,770
Ossido ferrico	4,959
Ossido di manganese	traccie
Allumina	1,156
Sesquiossido di cromo	0,232
Magnesia	35,937
Calce	traccie
Perdita per calcinazione	11,909
	99,855

III.

Serpentino del banco di Rio Marina al lato destro del rivo Riale. (*Isola d'Elba*)

È una roccia meno compatta della precedente; ha l'aspetto delle serpentine più comuni delle Alpi e si rassomiglia in modo speciale al serpentino di Ala. È costituita da una massa di color verde cupo screziata da macchie di color verde oliva, che corrispondono a quelle parti della roccia che non sono disseminate di magnetite. In queste macchie osservasi ancora qualche raro granulo di olivina. La roccia non contiene visibilmente lamine di bastite.

Osservando le sezioni sottili col microscopio si scorge che la roccia è quasi completamente formata da serpentino propriamente detto avente un aspetto reticolare, attraversato irregolarmente da larghe venature di crisotilo. Qualche volta i minuti cristalli ottaedrici di magnetite sono accumulati in serie regolari in modo da simulare l'aspetto di bacilli. Tra le maglie del minerale metallico osservasi ancora qualche indizio di magnetite non completamente decomposta. Finalmente confusa nella massa serpentinosa ritrovasi qualche laminetta di bastite, minerale che, come si è già osservato, sfugge all'osservazione macroscopica.

Composizione della roccia.

Peso specifico: 2,59 a + 16°.

Anidride silicica	39,21
Ossido ferroso	2,63
Ossido ferrico	7,87
Ossido di manganese	traccie
Allumina	traccie
Sesquiossido di cromo	0,27
Magnesia	36,92
Calce	traccie
Perdita per calcinazione	12,54
	99,44

IV.

Serpentino di Rio Alto, sotto il paese. (*Isola d'Elba*)

Questa roccia è formata da una massa compatta di color verde bruno in cui sono disposte porfiricamente, lamine di bastite aventi una lucentezza metalloidea molto meno marcata di quella che osservasi nelle altre serpentine della Toscana da me esaminate. La roccia è attraversata da esilissime vene, spesso interrotte, di crisotilo, spesse volte tra loro parallele in modo da impartirle un aspetto zonare.

La bastite esaminata al microscopio si presenta profondamente alterata e disseminata di minute laminette incolore, amorfe, di forma quasi circolare e di cui non potei riconoscere la natura. La pasta serpentinosa osservata in lamine sottili offre un aspetto reticolare, ed in essa trovansi ancora ben distinti i contorni di cristalli d'olivina metamorfosati in serpentino.

Composizione della roccia.

Peso specifico = 2,61 — 2,62 a 17° c.

Anidride silicica	39,58
Ossido ferroso	4,13
Ossido ferrico	7,65
Ossido di manganese	traccie
Sesquiossido di cromo	traccie
Magnesia	36,37
Calce	traccie
Perdita per la calcinazione	12,72
	100,45

V.

Serpentina della gran massa che trovasi lungo la strada fra Rio e Longone.

(*Isola d'Elba*)

È simile alla roccia precedente, eccetto che questa è molto più ricca di bastite e non presenta all'osservazione macroscopica vene di crisotilo.

Composizione della roccia.

Peso specifico 2,61 a + 17° c.

Anidride silicica	39,38
Anidride titanica	traccie
Ossido ferroso	3,67
Ossido ferrico	8,26
Ossido di manganese	traccie
Sesquiossido di cromo	traccie
Magnesia	35,62
Allumina	traccie
Calce	traccie
Perdita per calcinazione	12,85
	99,78

VI.

Serpentino sottostante al calcare. Forte di Portoferraio.

(*Isola d'Elba*)

È una roccia molto compatta di colore verde cupo, ed è formata di serpentino e bastite.

Coll'osservazione microscopica si rileva che questa roccia si avvicina di molto al serpentino del monte Argentaro, perchè in essa manca quasi totalmente la struttura reticolare del serpentino peridotico, e sembra che derivi dall'alterazione della bastite. Poche sono le lamelle di questo minerale affatto prive d'indizio d'una incipiente serpentinizzazione. La magnetite che si trova in minor quantità, di quella riscontrata negli altri serpentini, piuttosto che distribuita in tutta la massa della roccia, vi è accumulata in alcuni punti. Non ho potuto riscontrare in questa roccia alcuna traccia di olivina.

Composizione chimica della roccia.

Peso specifico 2,53-2,55 a + 17°.

Anidride silicica	39,932
Anidride titanica	traccie
Ossido ferroso	3,750
Ossido ferrico	6,899
Ossido di manganese	traccie
Sesquiossido di cromo	0,183
Magnesia	36,824
Allumina	traccie
Perdita per calcinazione	13,047
	100,635

Sopra un cranio di Coccodrillo scoperto nel terreno eoceno del Veronese.

Memoria del barone A. DE ZIGNO

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 4 gennaio 1880.

È già trascorso oltre un secolo dacchè il celebre Giovanni Arduino scopriva delle ossa di Coccodrillo in uno strato argilloso del Colle detto *la Favorita,* che forma una piccola eminenza, in gran parte composta di brecciola basaltica, e collocata poco lungi da Lonigo, a breve distanza dal pendio occidentale dei colli Berici.

Di questa scoperta l'Arduino diede in allora l'annuncio nel Giornale d'Italia (1) e ne favellarono di poi per incidenza Faujas de S.t Fond (2), Alberto Fortis (3), ed in tempi a noi più vicini, il Brocchi, nella sua splendida introduzione storica alla *Conchiologia fossile subapennina* (4).

Sembra che all'illustre Cuvier non fosse nota la scoperta dell'Arduino, poichè nella sua grande opera sulle ossa fossili, ove annovera tutti i luoghi in cui si dissotterrarono resti fossili di Coccodrillo, non fa alcuna menzione di quelli trovati alla Favorita.

Venti anni dopo la pubblicazione dell'opera di Brocchi, il dott. F. O. Scortegagna di Lonigo, appassionato collettore dei fossili del Vicentino, prese a scopo delle sue indagini la composizione geologica della Favorita, ed avendo trovati alcuni frammenti di ossa di Coccodrillo nel punto indicato dall'Arduino, pubblicò una Memoria accompagnata da due buone tavole, nella quale descrive le rocce di cui è composta quella collina, segnalando con precisione lo strato in cui giacevano sepolte quelle ossa (5).

Animato dal ritrovamento di questi resti, lo Scortegagna spinse le sue ricerche anche al Monticello di Lonigo ed ebbe la ventura d'imbattersi in porzione del teschio di un Coccodrillo che descrisse e figurò in altra Memoria inserita negli Atti del veneto Ateneo (6).

Dopo queste pubblicazioni dello Scortegagna, nessuno si occupò della ricerca

(1) Giornale d'Italia. Venezia pel Milocco 1765. T. I pag. 204.

(2) Faujas de S.t Fond, *Essai de Géologie.* T. II par. II pag. 582.

(3) Alberto Fortis, *Mémoirés pour servir à l'Histoire naturelle et principalement à l'Oryctographie de l'Italie.* Paris 1802. T. I pag. 302.

(4) Brocchi, *Conchiologia fossile subapennina.* Milano 1814. Vol. I. Introduzione, pag. XLIX.

(5) Scortegagna, *Sopra le ossa fossili di Coccodrillo della collina detta la Favorita.* Giornale dell'italiana letteratura. Ser. 3 t. III. Padova 1826 con due tavole.

(6) Scortegagna, *Sopra il teschio di un Coccodrillo fossile rinvenuto nel Monticello di Lonigo.* Atti dell'Ateneo veneto, vol. II. Venezia 1835.

dei resti fossili di Coccodrillo dei nostri terreni terziarî, e trascorse molto tempo prima che si avesse l'annuncio di qualche nuova scoperta di spoglie riferibili a questo genere di vertebrati.

Fu soltanto nel 1865 che il chiarissimo prof. E. Suess di Vienna venuto ad istudiare i terreni terziarî del veneto Pedemonte, rinvenne nelle argille bituminose che investono le ligniti di Monte Bolca, una bellissima mandibola di un piccolo Coccodrillo, che ora si conserva nel Museo dell'i. r. Università di Vienna; ed all'incirca in quel torno, l'intelligente ed espertîssimo ricercatore di fossili, Attilio Cerato di Bolca, estraeva da quelle stesse ligniti uno scheletro quasi intero, della lunghezza di met. 1,78, che ora si ammira nel Museo civico di Vicenza, e che fu dottamente illustrato dal chiarissimo comm. P. Lioy, sotto il nome di *Crocodylus Vicentinus* (1).

Poco dopo, lo stesso Cerato scopriva altro scheletro più piccolo, e poscia un terzo, che raggiunge all'incirca le dimensioni del primo, e che fu comperato dal chiarissimo prof. Omboni pel gabinetto della r. Università di Padova.

Anche nell'arenaria miocena del Bellunese si rinvennero delle ossa di Coccodrillo, poichè veggiamo che il prof. T. A. Catullo rendeva ostensibili alla Sezione di Geologia del IX Congresso tenuto in Venezia nel 1847, un carcame di Coccodrillo che il dott. Paolo Segato aveva raccolto nell'arenaria grigia di Libano (2) presso Belluno, e recentemente, secondo riferisce il chiarissimo prof. T. Taramelli (3), si scoprirono nelle cave di pietra molare di Bolzano, pure nel Bellunese, dei resti più importanti, fra i quali due craní, che gli vennero regalati dal cav. Michele dott. Leicht.

Per queste scoperte rimane dimostrato, che le spoglie di Crocodiliani non sono infrequenti nei terreni eoceni del Vicentino e del Veronese, e nei mioceni del bacino di Belluno, e sarebbe importante per la Paleontologia di questa parte d'Italia, che i possessori di questi resti fossili, ne curassero lo studio e ne procurassero l'illustrazione.

Altri resti spettanti ad individui ben più grandi di quelli testè annoverati, mi furono non ha guari svelati dalla presenza di denti e di vertebre convesso-concave, negli strati eoceni che formano le colline poste lungo la sponda sinistra dell'Alpone, e disgiungono la valle di questo nome dalla celebre valle di Roncà. Ivi, fatti eseguire degli scavi sul monte Zuello, che fa parte dei monti di Grumolo descritti dal Fortis, e precisamente negli strati di calcare nummulitico d'onde provenivano i denti e le vertebre, si rinvenne una miscela di ossami, che dava chiaramente a divedere un deposito formatosi alla foce di un fiume che immetteva le sue acque nel mare.

Copiosi avanzi di Sirenii, di Cheloniani, di Crocodiliani, di Ofidiani, si trovano colà frammisti a rostri di *Coelorhynchus,* a spine rostrali di *Pristis,* ed a conchiglie marine.

(1) Lioy, *Cenni sopra uno scheletro di Coccodrillo fossile scoperto in Monte Purga di Bolca.* Atti della Società italiana di scienze naturali, vol. VIII. Milano 1865. In questa Memoria l'autore cita dei resti di Coccodrillo trovati dal comm. Beggiato a monte Viale negli strati ad Anthracoterium.

(2) Catullo, *Dei terreni di sedimento superiore delle Venezie.* Padova 1856 pag. 15.

(3) Taramelli, *Una passeggiata geologica da Belluno a Conegliano.* Giornale *la Provincia di Belluno*, maggio 1875 n. 50 e seguenti.

In altro mio scritto ho di già illustrato alcuni teschi di *Halitherium*, provenienti da questo deposito, facendone rilevare l'importanza (1); ma non meno importanti sono quelli di Coccodrillo, di cui se ne estrassero quattro, più o men conservati, e che accennano ad una specie ben più grande e diversa da quella trovata a Bolca.

Col mezzo di abilissimo artefice (2), essendo venuto a capo di ottenere l'isolamento di uno di questi teschi dalla roccia che lo investiva, ed avendo istituiti accurati confronti colle specie che si mostravano più affini, ebbi a convincermi delle notabili differenze che distinguono il Coccodrillo di monte Zuello dalle altre specie fin qui descritte. Perciò credetti far cosa utile e grata ai cultori della Paleontologia, col pubblicarne la monografia e la figura, dedicando in pari tempo la specie alla memoria del celebre Giovanni Arduino, che fu il primo a segnalare la presenza di un vero Crocodiliano nei terreni terziarî del Veneto.

Crocodylus Arduini Zigno.

Tav. I fig. 1-3; tav. II fig. 1-6.

Il teschio di questa specie ha una lunghezza di 62 cent., presa conducendo una retta dalle estremità articolari della mandibola all'apice anteriore del rostro; e la maggior larghezza, misurata a traverso le estremità articolari dei timpanici, risulta di 27 cent., per cui la lunghezza supera di 8 cent. il doppio della larghezza (tav. I fig. 1).

Il diametro trasversale del cranio, procedendo all'innanzi, va rapidamente scemando, per modo che a traverso le orbite misura 20 cent., e 12 cent. più innanzi delle medesime si riduce a 9 cent.; indi, a 19 cent. di distanza dall'orlo anteriore delle orbite lievemente si allarga, giungendo in quel punto ad 11 cent., e poi nuovamente decrescendo, poco prima di arrivare alla narice esterna, si riduce a soli 6 cent. Intorno a quest'ultima il rostro si espande nuovamente fino agli 8 cent. di larghezza.

Queste misure sono state calcolate tenendo conto dello schiacciamento in senso obliquo, subìto dall'esemplare.

La regione occipitale (tav. I fig. 3) è piuttosto depressa, ed ha il condilo occipitale assai convesso, irregolarmente rotondato e sporgente 20 mill. sopra la base, che ha un diametro di 23 mill.

Il foro occipitale ha una forma trasversalmente ovata, schiacciata nel mezzo, e misura in larghezza 18 mill. In esso si osserva che il suo margine superiore si protende all'infuori a guisa di tetto. La parte mediana dell'occipitale superiore forma un'assai lieve sporgenza molto appianata fra le parti laterali, che sono molto incavate. Il diametro trasversale della regione occipitale, misurato a traverso le estremità posteriori delle apofisi mastoidee, è di 15 cent. e l'altezza, dal margine inferiore del basi-occipitale alla cresta occipito-parietale, misura 8 cent.

La cresta occipitale non si eleva sopra il piano superiore del cranio, ma sporge

(1) Zigno, *Sui resti di Sirenii trovati nel Veneto*. Memorie del r. Istituto veneto. Venezia 1875.

(2) Il sig. Antonio Cocchi, preparatore nel gabinetto paleontologico del r. Museo di Fisica e Storia naturale di Firenze.

invece all'indietro, e nel punto mediano, ove si congiunge al parietale, forma un seno rientrante fiancheggiato da una protuberanza per parte, pure rivolta all'indietro (tav. I fig. 3, a).

Il parietale, procedendo allo innanzi, a 25 mill. di distanza dalla cresta occipitale, si stringe e forma una barra del diametro di 1 cent., che separa gli orifizî superiori delle fosse temporali.

Questi orifizî, circoscritti tutt'all'intorno dalle ossa mastoidee, dai frontali posteriori e dal parietale, hanno una forma irregolarmente rotonda, probabilmente deformata dalle pressioni a cui fu sottoposto il cranio. Il loro diametro trasversale è di 5 cent., e quello preso nel senso antero-posteriore è di 4: mentre nelle orbite, di cui la sinistra è la più conservata, il diametro trasversale misura 5 cent. e 6 il longitudinale.

La piattaforma, che separa le orbite, è formata dai frontali ed ha una larghezza di 3 cent., corrispondente al triplo del diametro della barra, che separa le fosse temporali. Il contorno delle orbite è formato dai frontali, dai lacrimali, dal parietale e dai malari come in tutti i Coccodrilli; ma nel nostro esemplare non si possono scorgere le suture che congiungono queste ossa.

Le ossa nasali, di cui pure in causa della fossilizzazione sono obliterate le suture che le univano ai frontali, si prolungano, assottigliandosi gradatamente, fino alla narice esterna, accompagnate lateralmente dai mascellari fino alla distanza di 16 cent. dalla estremità del rostro. Ivi cominciano gli intermascellari interposti a guisa di cuneo fra i nasali ed i mascellari, e che poscia ingrossando, vanno a costituire la estremità del rostro che circonda la narice esterna. Quest' ultima, di forma ovale, misura 4 cent. nel senso antero-posteriore e 3 nel senso trasversale.

Le ossa mascellari si prolungano fino al punto ove il rostro si fa più angusto, poco prima della espansione degli intermascellari che cinge la narice esterna. La loro altezza, presa subito dopo il contorno anteriore delle orbite, è di 3 cent. ed il loro bordo alveolare è lievemente ondulato.

I denti conici ed irregolari, mancano in gran parte nel nostro esemplare, scorgendosene solo quattro nel lato destro, e sei nel sinistro della mascella superiore: e nella mascella inferiore, sette nel lato destro e tre soli nel sinistro; ma dalle tracce che lasciarono i mancanti, sembra non oltrepassassero il numero di venti per ogni lato, dei quali i quattro per parte, che nella mascella superiore son collocati alla estremità del rostro, sono infissi nelle ossa intermascellari.

Fra i denti rimasti, i più grandi e meglio conservati hanno 25 mill. di altezza, ed alla base hanno un diametro di 15 mill. In quelli che hanno serbato lo smalto, lo si scorge segnato da finissime strie longitudinali.

Della regione palatina (tav. I fig. 2) poco si può distinguere in causa del forte schiacciamento sofferto dal cranio e delle infiltrazioni calcaree, che nascondono le suture delle ossa. Si possono però scorgere i contorni delle aperture, chiamate dall'Owen post-palatine, le cui dimensioni sono piuttosto grandi come nei veri Coccodrilli.

Nella mandibola (tav. II fig. 2) la parte sinfisaria è lunga 28 cent. ed il ramo sinistro, che solo conserva la estremità articolare completa, misura in lunghezza 40 cent.

Nel ramo destro (tav. II fig. 3) manca tutta la estremità articolare e parte della

sinfisaria, ma invece ne è ben conservata la porzione che si compone dell'angolare, del soprangolare, del complementare e dell'opercolare.

L'apèrtura bislunga (tav. II fig. 3, a) circoscritta dall'angolare, dal soprangolare e dal complementare, si palesa lunga 6 cent. nel senso antero-posteriore, ed è larga 3 nel senso verticale. Ivi l'altezza del ramo giunge a 7 cent.

Dalla disposizione e dalle proporzioni relative delle varie ossa del cranio, e sopra tutto dal prolungamento delle ossa nasali fino alla narice esterna, si rileva chiaramente che il nostro esemplare debba riferirsi ad un vero Coccodrillo, che però, per l'angustia del rostro, si avvicina piuttosto al tipo Gavialiforme del Coccodrillo di Borneo anzichè a quello del Coccodrillo Nilotico.

Fra le diverse specie fossili del genere *Crocodylus* che si conoscono, la nostra si avvicina per le dimensioni al *Crocodylus toliapicus*, e per la forma al *Crocodylus Champsoides*, e sembra costituire una specie intermedia che le rappresenta nei terreni eoceni di questa parte d'Italia.

Dalla sottoposta tabella di confronto, sarà agevole il rilevare le diverse proporzioni che corrono fra il cranio del *Crocodylus toliapicus*, e quello del *Crocodylus Arduini*, esposte in piedi, pollici e linee inglesi per facilitare il confronto colle misure adoperate dall'Owen (1).

TABELLA *di confronto fra le dimensioni indicate dall'Owen pel* C. toliapicus *e quelle che si riscontrano nel* C. Arduini.

	C. toliapicus			*C. Arduini*		
	Piedi	Pollici	Linee	Piedi	Pollici	Linee
Lunghezza totale dalla estremità posteriore della mandibola all'apice del rostro	2	2	—	2	1	—
Larghezza a traverso le estremità articolari dei timpanici	—	10	—	—	10	—
Larghezza a traverso le orbite	—	7	6	—	7	—
Larghezza dello spazio interposto alle fosse temporali	—	—	9	—	—	4
Larghezza dello spazio frapposto alle orbite	—	1	4	—	1	2
Distanza dall'estremità articolare del timpanico all'orbita	—	8	6	—	7	—
Distanza dal condilo occipitale all'orbita	—	7	—	—	4	2
Distanza dall'orbita alla narice esterna	—	14	—	—	13	2
Diametro a 5 pollici più innanzi delle orbite	—	3	8	—	3	4
Diametro a traverso la narice esterna	—	2	8	—	2	4
Altezza della mandibola a traverso l'apertura posta fra l'angolare ed il soprangolare	—	3	6	—	2	6
Lunghezza di quell'apertura	—	3	—	—	2	2
Diametro della base d'uno dei denti mascellari maggiori	—	—	8	—	—	4

Da questa tabella risulta che il cranio del *Crocodylus Arduini*, sebbene misuri fra le estremità articolari dei timpanici una larghezza di 10 pollici inglesi, eguale a quella indicata dall'Owen pel *Crocodylus toliapicus*, tuttavia, in tutte le altre misure si palesa di dimensioni minori, e sopra tutto nel diametro della barra frapposta alle fosse temporali che non arriva alla metà di quello del *Crocodylus toliapicus*, stando il primo al secondo come 4 a 9.

(1) R. Owen, *Monograph of the fossil Rept. of the London Clay*. Part. II. Crocodilia pag. 31. Paleontographical Society. London 1849.

Anche la distanza dal condilo occipitale all' orbita che in quest' ultima specie, giunge a 7 pollici inglesi, nel *Crocodylus Arduini* non oltrepassa i 4 pollici e 2 linee.

Altro carattere da osservarsi si è che il lieve allargamento nel diametro trasversale della parte anteriore del rostro, che avviene nel *C. toliapicus* a 5 pollici e 4 linee di distanza dalle orbite, succede nel *C. Arduini* a 7 pollici e 4 linee, cioè 2 pollici e mezzo più innanzi.

Nell' aspetto generale il cranio del *Crocodylus Arduini* ha una forma più slanciata di quello del *Crocodylus toliapicus,* stringendosi ed abbassandosi rapidamente subito dopo le orbite, ed avendo la regione frontale più depressa (tav. II fig. 1).

Nella mandibola la parte sinfisaria si palesa nella nostra specie assai più lunga che nel *C. toliapicus,* ove misura 7 pollici e 4 linee di lunghezza, mentre nel *C. Arduini* giunge a 10 pollici e 4 linee. In quest' ultimo anche il diametro trasversale della mandibola, nel punto ove si congiungono le sue branche, è alquanto maggiore, superando di 4 linee quello del *C. toliapicus.*

Che se ora prendiamo a paragonare la nostra specie col *Crocodylus Champsoides* ne troveremo le dimensioni assai maggiori, conservandosi però eguale il diametro della barra che separa le fosse temporali, e di sole 2 linee più largo lo spazio interposto alle orbite, come si scorgerà dall' annessa tabella in cui sono riportate le misure del *C. Champsoides* e quelle del *C. Arduini,* le une e le altre pure in piedi, pollici e linee inglesi.

TABELLA *di confronto fra le dimensioni del* Crocodylus Champsoides *di Owen e quelle del* Crocodylus Arduini.

	C. Champs.			*C. Arduini*		
	Piedi	Pollici	Linee	Piedi	Pollici	Linee
Lunghezza del condilo occipitale all' estremità anteriore degli intermascellari	1	4	—	1	9	4
Larghezza a traverso gli angoli posteriori della piattaforma superiore del cranio	—	4	—	—	5	—
Larghezza del cranio a traverso le orbite	—	5	—	—	7	—
Larghezza dello spazio posto fra le fosse temporali	—	—	4	—	—	4
Larghezza dello spazio che separa le orbite	—	1	—	—	1	2
Larghezza del rostro a traverso la narice esterna	—	2	—	—	2	4
Distanza dal condilo occipitale all'orbita	—	3	4	—	4	2
Distanza dall'orbita alla narice esterna	—	10	—	—	13	2

Nell'esemplare illustrato dal celebre Owen, mancavano i timpanici, e quindi la lunghezza del cranio fu da lui misurata dal condilo occipitale all'estremità del rostro. Misurata nello stesso senso nella nqstra specie, noi la vediamo superare quella del *Crocodylus Champsoides* di 5 pollici e 4 linee.

Prendendo una media su tutte le misure tanto dell' una che dell' altra specie, noi vedremo che la grandezza del cranio del *Crocodylus Arduini* oltrepassa di un quarto quella del cranio del *Crocodylus Champsoides.*

Inoltre, nella nostra specie, è più sporgente il condilo occipitale, sono più incavate le parti laterali della regione occipitale, più marcate le protuberanze della cresta occipite-parietale, alquanto più brevi gli intermascellari ed il bordo alveolare dei mascellari, sebbene meno ondulato che nel *C. toliapicus,* lo è assai più di quello del *C. Champsoides.*

Presento le figure di due vertebre mutilate nelle loro apofisi, di cui si scorge solo la base troncata. Di queste due vertebre, rinvenute fra le altre ossa insieme al teschio del *Crocodylus Arduini,* l'una è dorsale (tav. II fig. 4 5) e l'altra cervicale (tav. II fig. 6). In entrambe si osserva, la protuberanza semisferica che sporge posteriormente dal corpo della vertebra e la corrispondente cavità anteriore, come in tutti i Proceliani. Questa protuberanza è circondata alla base da un orlo sporgente, ma non palesa quella specie di strozzatura che, secondo l'Owen, forma come un solco che corre tutto all'intorno, tra il margine pure rilevato e la protuberanza semisferica, nelle vertebre del *Crocodylus Champsoides.*

Dalle vertebre del *C. toliapicus* diversificano quelle della nostra specie, oltre che per le dimensioni minori, per la maggiore sporgenza della loro protuberanza semisferica posteriore, e per la sottigliezza del corpo e delle loro apofisi.

Dal complesso di queste osservazioni comparative, mi sembra che chiaramente emerga quali differenze distinguano il *Crocodylus Arduini* del terreno eoceno di monte Zuello dalle due specie dell'argilla di Sheppey, illustrate dal celebre Riccardo Owen, e che sono le sole le quali, a parer mio, maggiormente si approssimano alla nostra.

Ora, prendendo ad investigare qual sia l'orizzonte geologico cui spettino gli strati contenenti le spoglie del *Crocodylus Arduini,* veggiamo che i monti di Grumolo, posti fra la valle dell'Alpone e quella di Roncà, sono composti di una calcarea grossolàna, alternante con una brecciola basaltica molto calcarifera. Salendo il monte Zuello, dalla parte orientale che prospetta Roncà, si calca sempre la brecciola basaltica fino alla cima, che di questa brecciola è per intero formata. Scendendo pel lato opposto all'ingiù verso la valle dell'Alpone, s'incontrano le stratificazioni, piuttosto potenti, di un calcare nummulitico durissimo, che contiene le ossa di Coccodrillo e quelle di altri vertebrati, che accennano ad una miscela di acque dolci e di acque marine.

Negli strati che contengono queste ossa, le nummuliti sono piuttosto rare, minutissime ed assai malconcie. All'incontro, in quelli che immediatamente vi soggiaciono, sono più numerose e meglio conservate. Ivi si riscontrano la *Nummulites levigata* Pusch e la *Nummulites complanata Lamk.* e con esse la *Nerita Schmiedeliana* Chemn., la *Helix damnata* Brong., radioli del *Porocidaris Veronensis* Mer. e modelli riferibili ai generi *Cerithium, Natica, Crassatella.*

Questi strati inferiori sono una continuazione di quelli che a Roncà ricoprono gli strati salmastri a Ceriti e *Rostellaria Fortisii* Broug.

I banchi che vi succedono, procedendo dal basso in alto, e che contengono le ossa di Coccodrillo miste a quelle di *Halitherium* e di *Trionyx,* corrisponderebbero a quelli di Priabona e del Monte Scuffonaro di Lonigo, ove pure si trovarono resti di *Halitherium* e sarebbero collocati in un orizzonte, che per alcuni rappresenta il piano superiore del terreno eoceno medio, e per altri (1) il piano inferiore del terreno eoceno superiore.

(1) Hebert, *Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris 1877.

Nell'uno e nell'altro caso i resti del *Crocodylus Arduini* apparterebbero sempre all'epoca eocena ed avrebbero stanza nelle stratificazioni che si deposero immediatamente dopo quelle che contengono le ligniti di Bolca e gli scheletri del *Crocodylus Vicentinus* illustrato dal comm. P. Lioy.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

Fig. 1. Cranio del *Crocodylus Arduini* Zigno, veduto dal lato superiore e ridotto ad $^1/_3$ della sua grandezza naturale.

Fig. 2. Lo stesso egualmente ridotto, e veduto dal lato della regione palatina.

Fig. 3. Lo stesso veduto posteriormente, dal lato della regione occipitale, pure ridotto ad $^1/_3$ della sua grandezza.

Tavola II.

Fig. 1. Cranio del *Crocodylus Arduini* Zigno veduto di profilo, senza la mandibola, ridotto ad $^1/_3$ del naturale.

Fig. 2. Mandibola pure ridotta ad $^1/_3$ e veduta dal lato interno.

Fig. 3. Ramo destro della mandibola, egualmente ridotto ad $^1/_3$ e veduto dal lato esterno.

Fig. 4. Vertebra dorsale, figurata nella sua grandezza naturale.

Fig. 5. La stessa veduta di profilo, pure di grandezza naturale.

Fig. 6. Vertebra cervicale, nella sua grandezza naturale.

Fig. 1

1/3

Fig. 2

1/3

Fig. 3

1/3

Lit Bruno e Salomone Roma

Fig. 1

1/3

Fig. 2.

1/3

Fig. 3

1/3

Fig. 4

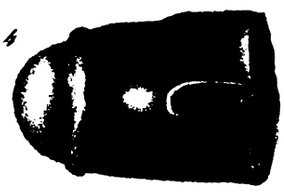


Fig. 5

Fig. 6

Lit. Bruno e Salomone Roma

Sulla Eufotide dell'Isola d'Elba.

Nota del Socio ALFONSO COSSA

letta nella seduta del 7 dicembre 1879.

Il campione di questa roccia fu raccolta nel luglio 1879 dall'ing. F. Giordano nella località detta *Le Drizze*, ed appartiene alla gran massa eufotidica del lato ovest del golfo di Pracchio fra la Tonnara o Bagno ed il capo Scioppo.

Quanto finora si conosce relativamente alle eufotidi dell'isola d'Elba, trovasi compendiato nel seguente brano della pregevole opera del prof. d'Achiardi sulla mineralogia della Toscana (vol. II, pag. 106).

« Nella serie insulare vien prima per grandezza ed importanza l'isola d'Elba, ove l'eufotide scorgesi al bagno di Marciana, allo scalo dei Pratesi, alle Buche di Campolofeno, a Fetovaja, a Pomonte e altri punti presso s. Piero, a Forte Falcone presso Portoferraio, al Forte Stella ec.; indi segue la Gorgona ec.

« Nè questi sono i soli luoghi, ove s'affaccia l'eufotide; ma bastino per dare idea di quanto ella sia ampiamente diffusa. Quasi dappertutto è compenetrata da vene metalliche segnatamente di erubescite, e calcopirite; ma se perciò richiama l'attenzione del minatore, poco interesse offre quasi sempre sotto l'aspetto mineralogico non essendo cristallizzata. Le sole forme cristalline da me vedute sono anche per questi luoghi forme di sfaldatura ($\bar{1}10,010,001$) ma talvolta tanto nitide e lucenti, come quelle ottenute dalla bianca sossurrite del Botro delle Donne presso Monte Vaso, che io ne ho potuto misurare gli angoli al goniometro a riflessione. Di questa bella labradorite, che è tralucida in sottili scagliette, ho preso anche il peso specifico che ho trovato un poco minore del solito, cioè 2,59. Veri e propri cristalli io non ne ho mai veduti, ma Rath nel suo libro sull'Elba parlando dell'eufotide del Bagno di Marciana, dice che la labradorite vi è pure cristallizzata in cristalli grossi un pollice evidentemente striati.

« In questi stessi luoghi poi oltre la varietà comune di eufotide, nella quale la sossurrite presentasi sempre con il medesimo aspetto, se ne hanno altre che ce la mostrano diversa o alterata. Così a Iano in vicinanza di antichi soffioni siliciferi, oggi accecati, l'eufotide si è convertita in opale-resinite, e nella roccia silicizzata riconosconsi ancora dal colore diverso i punti già occupati dal diallagio e dalla sossurrite; così a Monte Vaso si ha, come sopra fu detto, altra varietà di eufotide, in cui la sossurrite è diventata steatite, se pure non fu tale dall'origine; così altre varietà si presentano altrove, come quella a tutti nota di Forte Falcone presso Portoferraio nell'isola d'Elba, ove si ha un'eufotide alterata per modo che il diallagio

è divenuto pirosclerite e la sossurrite conicrite, e come il *gabbro smaragdite*, che il Rath cita nella stessa isola al forte Stella ».

L'eufotide delle Drizze è essenzialmente formata da grossi cristalli di diallagio e di feldspato. Coll'osservazione microscopica non vi si scoprono olivina, magnetite, nè alcun altro minerale accessorio. La proporzione del feldspato è di poco superiore a quella del diallagio.

La roccia è poco coerente; presenta in ambedue i suoi componenti ma specialmente nel feldspato indizi di degradazione.

Il diallagio è per la massima parte in masse lamellari ben distinte i di cui piani di più facile sfaldatura presentano nettamente lo splendore metalloideo e le striature caratteristiche di questo minerale. In alcuni punti della roccia il diallagio è completamente trasformato in una materia di color verde cupo terrosa, chiazzata di macchie ocracee e che esaminata al microscopio presenta l'aspetto di una roccia serpentinosa decomposta. L'origine di questa materia terrosa è accertata dalla presenza d'alcuni frammenti di laminette di diallagio disseminate in mezzo ad essa, e non ancora attaccate dal processo di decomposizione.

Il feldspato è in cristalli più voluminosi di quelli del diallagio, ha un colore bianco-giallastro che talora tende al verdognolo. Esso è molto alterato ed è qua e là cosparso di macchie giallognole. Assai difficilmente vi si possono notare ben distinti piani di sfaldatura; la sua pasta è compenetrata dal diallagio a segno che riesce se non difficile, almeno un'operazione molto lunga il separarla completamente da questo minerale.

DIALLAGIO.

Questo minerale ridotto in lamine sottili è perfettamente trasparente, ha un colore verde sbiadito ed osservato col microscopio si presenta quasi totalmente privo di sostanze straniere. La direzione della più facile sfaldatura (100) fornisce delle lamine che esaminate col microscopio polarizzante presentano, oltre alle finissime striature parallele all'asse principale del cristallo, alcune altre che fanno con queste un angolo molto acuto ed accennano ad un terzo piano di sfaldatura. La doppia rifrazione è molto energica; i due assi ottici sono in un piano parallelo al clinopinacoide, ed a motivo della loro divaricazione le lamine di più facile sfaldatura di questo minerale, presentano nel campo del microscopio una sola figura assiale.

Questo minerale fonde facilmente al cannello dando origine ad uno smalto verdastro non attirabile dalla calamita. Non è sensibilmente scomposto dagli acidi. La sua durezza è approssimativamente eguale a 4,5. Il colore della sua polvere è bianco-verdognolo.

La determinazione del peso specifico diede i risultati seguenti:

Con grammi	2,000	3,12 a 25°
» »	8,709	3,15 » »

L'analisi qualitativa svelò nel diallagio i seguenti componenti: anidride silicica, allumina, ossido ferroso, calce, magnesia, acqua, ossido cromico e traccie di ossido di manganese. Per le ricerche chimiche mi servii sempre di lamine pure e perciò non potei riscontrare la presenza di anidride carbonica che svelasi nelle analisi di molti

diallagi e deriva da materie contenute tra le lamelle del minerale. Le prove ripetutamente eseguite con circa due grammi di minerale per conoscere se in questo diallagio trovansi traccie di vanadio, mi diedero sempre un risultato negativo. La composizione centesimale di questo minerale è la seguente:

Anidride silicica	50,603
Calce	20,336
Magnesia	16,494
Ossido ferroso	6,730
Allumina	4,051
Sesquiossido di cromo	0,552
Ossido di manganese.	traccie
Perdita per la calcinazione (acqua)	1,486
	100,252.

Ch'io sappia i diallagi d'eufotidi di località italiane che furono finora analizzati sono i seguenti:

I. Diallagio dell'eufotide di Prato (Firenze) analizzata da Kohler (1).

II. Diallagio dell'eufotide di Fiumalto (Corsica) analizzata da Boulanger (2).

III. Diallagio dell' eufotide del Piemonte (Mussinet. Torino?) analizzata da Regnault (3).

IV. Analisi dell'eufotide del Monto Bracco tra Spezia e Genova, analizzata da Schafhäult (4). L'autore chiama il minerale analizzato bronzite vanadinifera; ma la descrizione che egli fa dei suoi caratteri chimici e precisamente la sua fusibilità e la quantità della calce, provano che questo minerale è un diallagio e non una bronzite propriamente detta.

	I. ($p.s.=3,256$)	II.	III. ($p.s=3,261$)	IV. ($p.s.=3,254$)
Silice	53,200	40,8	50,05	49,5000
Calce	19,098	23,1	15,63	18,1259
Magnesia	14,909	11,2	17,24	14,1183
Ossido ferroso . .	8,671	3,2	11,98	3,2769
Ossido manganoso .	0,380	1,4	—	—
Allumina	2,470	12,6	2,58	5,5500
Acqua	1,773	5.2	2,13	1,7700
Protossido di cromo	—	2,0	—	—
Ossido di sodio . .	—	—	—	3,7500
Acido vanadico . .	—	—	—	3,6500
	100,501	99,5	99,61	99,7411

(1) *Mineralogisch-Chemische Untersuchung einiger Varietäten des Diallages.* Poggendorff's Annalen vol. XIII pag. 101 (1828).

(2) *Mémoire sur la composition des roches d'eufotide.* Annales des mines. Série IIIe vol. VIII p. 159.

(3) *Examen chimique de quelques variétés des diallages.* Annales des mines. Série IIIe vol. XIV pag. 147 (1838).

(4) *Analyse des Vanadin-Bronzits von Bracco* (Genua). Annalen der Chem. und Pharm. Vol. 41 pag. 254 (Heidelberg, 1844).

FELDSPATO

Le prove chimiche e l'osservazione microscopica dimostrano che il feldspato del diallagio dell'Elba è costituito da labradorite.

A motivo della inoltrata degradazione, la labradorite, anche ridotta in lamine molto sottili, è poco trasparente. La materia che la rende opaca è irregolarmente distribuita, bianca, amorfa, granulosa ed insolubile nell'acido cloridrico anche dopo un contatto prolungato. Nelle rare posizioni dove il feldspato non è decomposto notansi *distintamente* le lamine polisintetiche caratteristiche dei cristalli di plagioclasio. Come succede nella maggior parte delle eufotidi, queste lamine sono molto più larghe di quelle che si riscontrano ordinariamente nelle labradoriti di altre roccie. Oltre alla materia bianca caoliniforme poc'anzi citata, in alcune sezioni osservansi delle macchie di color giallo ocraceo, che svaniscono in contatto degli acidi, e che sono molto probabilmente formate da idrato ferrico.

Quèsto feldspato non può essere ascritto a quella varietà di labradorite conosciuta col nome di saussurite, perchè esso è essenzialmente formato da cristalli polisintetici di feldspato triclino, profondamente decomposti, e non da un ammasso informe di piccoli cristalli che presentano quel fenomeno cromatico a cui si dà il nome di polarizzazione per aggregazione e che alcuni petrologi ritengono caratteristico della saussurite.

La labradorite dell'eufotide della isola dell'Elba ha una durezza che è approssimativamente uguale a 6. La sua polvere è bianca. Il suo peso specifico risultò:

Con grammi 2,000 = 2,667 a + 19°
» » 3,004 = 2,698 » » »

Questo minerale si fonde piuttosto difficilmente al cannello dando origine ad un vetro incoloro. Colora la fiamma in giallo rossastro. È parzialmente decomposto dall'acido cloridrico. Dai saggi analitici risulta che questo minerale contiene acqua anidride silicica, allumina, ossido ferrico, calce, soda, potassa, traccie di magnesia. Collo spettroscopio si notò ben distinta la riga caratteristica del litio e l'assenza di quelle del cesio e del rubidio. La composizione centesimale di questa labradorite è la seguente:

Anidride silicica	50,628
Allumina	29,987
Ossido ferrico	1,410
Calce	11,002
Magnesia	traccie
Soda	4,767
Potassa	0,227
Acqua	0,989
	99,010

Come feci per il diallagio riproduco le analisi ch'io conosco delle labradoriti delle eufotidi di località italiane.

I. Feldspato dell'eufotide che forma la massa del nucleo centrale del Monginevro analizzata da Boulanger.

II. Feldspato dell'eufotide di Valle d'Orezza (Corsica) analizzata dallo stesso (1).
III. Feldspato dell'eufotide della Impruneta analizzata da Francesco Stagi (2).

	I. ($p.s.=2,65$)	II. ($p.s.=3,18?$)	III. ($p.s.$ 2,61)	
			a.	*b.*
Silice	44,6	43,6	49,3	49,0
Allumina	30,4	32,0	29,0	28,8
Calce	15,5	21,0	9,1	9,2
Magnesia	2,5	2,4	—	—
Soda	7,5	—	7,8	7,8
Potassa	—	1,6	—	—
Perdita al fuoco . . .	—	—	4,5	4,5
	100,5	100,6	99,7	99,3

In una Nota pubblicata nel 1876 sopra alcune roccie dei dintorni di Rosignano e di Castellina marittima al sud di Pisa (3), il signor Berwerth parla dell' eufotide che in quella località è alternata colla diabase e la serpentina. Dalla descrizione che egli fa dei caratteri esteriori e dell'esame microscopico, questa roccia presenta una grandissima rassomiglianza colla eufotide dell'Elba da me studiata. Ma non avendo il Berwerth accompagnato la sua descrizione coi risultati dell' analisi quantitativa mancano i criterî per stabilire in modo sicuro l' identità delle eufotidi delle due differenti località.

(1) Boulanger. Memoria citata.
(2) Antonio d'Achiardi, *Studî sulla mineralogia della Toscana.* Vol. II pag. 104. Pisa 1873.
(3) *Felsarten aus der Gegend von Rosignano und Castellina marittima südlich von Pisa. Von Doctor Friederich Berwerth.* Tschermak's Mineralogische Mittheilungen-Jahrgang 1876 pa. 229.

Sugli scavi eseguiti nella Caverna detta di Frasassi (Provincia d'Ancona).

Memoria di G. SCARABELLI GOMMI FLAMINI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 7 dicembre 1879.

Per poco che si getti uno sguardo sopra una carta geografica dell'Italia centrale, e specialmente su quella austriaca nella scala di 1 a 84000, sarà facile rilevare, come tutte le maggiori sporgenze montuose fra Gubbio ed Ancona, siano disposte in modo tutto particolare. Vale a dire che invece di decrescere gradatamente in altezza, dalla cresta dell'Appennino fino all'Adriatico, sono collocate in varie linee parallele all'Appennino, cominciando dai monti di Pesaro e Ancona, e passando successivamente a quelli del Furlo, della Rossa e del San Vicino, e poscia anche agli altri del Nerone, del Catria e del monte Cucco. Così, per questa speciale oreografia, stanno in mezzo alle dette sporgenze altri monti di minore elevazione e persino corsi d'acque, tutti allineati egualmente. Infine si nota ancora come i più alti di tali monti, quali il Nerone, elevato piedi parigini 4701, il Catria 5240, e il monte Cucco 4823, non costituiscono essi veramente il vero spartiacque dell'Appennino, ma vi sorgono invece a qualche distanza al nord-est, quasi per ciò solo ad indicarci che in detta parte di Appennino, le forze sollevatrici di quelle masse non vi agirono nel centro e dal basso in alto verticalmente.

Ora tutte queste particolarità oreografiche ci vengono assai bene spiegate e giustificate dalle osservazioni geologiche fatte in alcuni dei detti monti, tanto dai signori Spada e Orsini (Bull. de la Soc. géologique de France. Série 2^{me} vol. XII pag. 1202), quanto dallo scrivente, *Studî sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Sinigagliese*, Imola 1859, ed anche dallo Zittel, *Geologische Beobachtungen aus den central Apenninen*, München 1869: risultando dalle medesime, essere lo scheletro pietroso di detto versante costituito intieramente da stratificazioni ripiegate in varî anticlinali e sinclinali paralleli all'Appennino, siano essi ottusi od acuti, regolari o irregolari. Anzi per le mie proprie osservazioni debbo aggiungere, come nell'andamento di quelle masse vi si incontri pur molto spesso un altro fatto geologico assai caratteristico, voglio dire che i fianchi sud-ovest degli anticlinali offrono ben ordinate le loro stratificazioni; mentre invece quelli rivolti al nord-est le hanno contorte o verticali, o con *faglie* e discordanze. Dimodochè tutti i profili trasversali di detta parte di Appennino ci si presentano con forme che ricordano quelle delle grandi onde marine sospinte verso le spiaggie. Perciò il geologo nel ricercare il modo dinamico col quale probabilmente si dovè operare il sollevamento di detta porzione di Appennino, non potrà a meno di attribuirlo (come per le onde del mare) ad enormi pressioni laterali, le quali prevalsero sopra tutte le altre forze in azione.

Ma qui non è il luogo certamente di entrare in siffatto argomento, e volli solo accennarlo, onde anche anticipatamente si notasse il valore stratigrafico-dinamico del profilo (tav. I fig. 2) unito a questa relazione, il quale essendo simile a quello del Catria, datoci dallo Zittel (opera citata), attraversa egualmente una porzione di paese compresa fra gli andamenti stratigrafici speciali surricordati, non per anco illustrati, ed abbraccia anche il monte Ginguno dove esiste la caverna di Frasassi.

Sarà quindi lung'esso che noi entreremo in alcuni particolari, tanto relativi all'oreografia dei luoghi per dove passa, quanto alle formazioni geologiche ivi manifeste, ed aggiungeremo pure uno schizzo relativo di carta geologica, di cui però unicamente descriveremo quel tanto per noi opportuno. Così indirettamente si rettificheranno alcune osservazioni del sig. prof. De Bosis, fatte sul monte Ginguno, allorchè forse troppo frettolosamente visitava la detta caverna.

Due sono i monti più alti distinti nel profilo, i quali, nella provincia di Ancona, figurano fra quelli tanto diversi dagli altri, sia per potenza di strati, quanto per aspetto decisamente alpino.

Uno di essi è il monte di Frasassi, ritenuto pel Ginguno di Strabone, *Scoperte paleontologiche nelle grotte del M. Ginguno*, Longhi, Ancona 1872, il quale posto alla sinistra del Sentino, forma la cima più elevata di una piccola elissoide ad *occhiello di bottoniera* (V. tav. I fig. 1), la quale comprendendo il monte di Valle Montagnana e gli altri più bassi di San Benedetto, Rocchetta e colle Martino, termina presso la stazione di Albacina, dove il torrente Giano è confluente all'Esino.

Le stratificazioni del Ginguno sono tutte dirette regolarmente al nord, pochi gradi sud della bussola, e sul Sentino vi formano un lato di un anticlinale poco curvato, di cui l'altra parte opposta verso San Vittore resta sostituita da rocce di ben diversa formazione, e quel che è più, disposte in bellissima *faglia*, come diremo a suo luogo.

L'altro monte del profilo è detto il Murano, e sorge a ridosso e scosceso al disopra di Serra San Quirico, rappresentandovi il principio di un'altra elissoide ben più estesa ed elevata della precedente, nella quale, con direzione nord 30 ovest sud 30 est, primeggiano come punti culminanti i monti della Rossa, del Revellone, di Castelletto, Porcherella e San Vicino, e che si chiude sul fiume Potenza a San Severino.

Anche le stratificazioni del Murano si atteggiano ad anticlinale rotto e con *faglia* verso l'Adriatico, e così fra il fianco sud di questo anticlinale, e l'altro ovest della precedente elissoide, stanno di mezzo altre masse di strati in sinclinale assai ristretto, nel cui fondo scorre il fiume Esino da Albacina a Campo Nocecchio.

A quest'ultimo casolare il corso dell'Esino si rivolge rapidamente al nord-est e passa così ad attraversare la direzione dell'elissoide Monte Murano-San Vicino, entro una gola ristretta fra burroni e balze di un'orridità imponente, ma che in oggi ben pochi sono in condizione di ammirare, sendochè il *tunnel* della ferrovia, alla Rossa, nasconde quasi tutto all'occhio del viaggiatore. Quindi questo piccolo tratto della valle dell'Esino, per la sua direzione ed angustia, non può dirsi certamente formato per sola erosione delle acque, ma bisogna pure ammettere in quelle stratificazioni l'intervento di una grande fenditura, la quale almeno inizialmente richiamasse entro a sè le acque dell'Esino. E forse noi abbiamo fin d'ora una prova della

grande lentezza colla quale le acque del fiume si aprirono successivamente un varco più ampio e spedito, sapendo che esistono potenti ed estese accumulazioni quaternarie terrazzate, tanto a Fabriano, quanto a Cereto e Matellica; originate probabilmente dalla presenza di antichi laghi dipendenti da un ristagno di acque trattenute a valle da un elevato emissario. Ma non è l'Esino il solo fiume cui fosse aperta una via di questo genere nell'Appennino centrale, in mezzo a masse calcari disposte in tal modo. Infatti noi abbiamo il Metauro, il Cesano e il Candigliano, i quali parimenti attraversano ristrettissime gole, ed anche il Sentino confluente dell'Esino presso San Vittore, lo vedremo pure scorrere rinchiuso fra ben alte pareti rocciose, non saprei dire se più belle pittorescamente, o più interessanti per la nostra scienza. Ed io sono debitore precisamente alle favorevoli condizioni oreografiche e geologiche della valle di questo torrente e di quella dell'Esino, del profilo naturale unito a questa relazione. E siccome in esso avventurosamente figurano la più parte delle formazioni geologiche, non solo dell'Anconetano, ma ben anche di una vasta estensione di quell'Appennino, così basterà forse un cenno geologico sui luoghi compresi nel profilo stesso per avere un'idea generale della geologia del paese.

Dissi già superiormente esistere a Fabriano depositi quaternarî, e come fossero molto estesi e potenti. Ora il fatto è così vero e tanto manifesto (V. fig. 1) che da questa città fino presso all'Albacina il Giano serpeggia sempre in mezzo ad amplissimi depositi brecciosi, nei quali anche qua e là non mancano lenti di sabbia.

Le brecce sono costituite da piccoli ciottoli calcari bianchi e rossi, e da' quei frammenti angolosi di rocce, quali oggi pure si formano sui fianchi dei monti colla continua degradazione dei calcari. Laonde, sia egli pel tenue peso dei suddetti ciottoli, sia per la forma di que' piccoli frammenti, è da inferire che fossero realmente dotate di poca caduta e di corso assai breve le acque stesse da cui vennero trasportati. E però si dovrà ripetere che ivi fuvvi un lago molto vasto, e quindi con un emissario elevato. Nè a ciò potrebbe ostare la presenza qua e là, come presso ad Albacina, di grandi blocchi calcari immersi come erratici nelle brecce minute; giacchè questo fatto si spiega facilmente colla vicinanza stessa dei monti sovrastanti, da cui originariamente si staccarono quei massi, e di dove anche oggi precipitano frequentemente.

A questo proposito, mi cade poi opportuno di riferire non avere io ancora incontrato sull'Appennino centrale depositi paragonabili ai morenici alpini, ma soltanto avervi veduto in molti luoghi grandi accumulazioni di detriti calcari, talvolta anche cementati dal carbonato di calce, e in questo caso utilizzati come pietra da taglio. E questi depositi addossandosi alle stratificazioni dei monti, ai burroni, o alle falde delle grandi eminenze, mi parvero unicamente attestare gli effetti prolungati di vaste e semplici denudazioni. Quindi sarei d'avviso riferire questa maniera di depositi al così detto periodo glaciale, per questo solo che le condizioni meteorologiche d'allora potevano favorire maggiormente la degradazione delle rocce, ma però senza attribuirla all'azione diretta di antichi ghiacciai.

Ma tornando ai depositi di Fabriano, aggiungerò che la stessa città vi è costruita al disopra. Essa si trova metri 327 sul livello del mare, ed oltre 24 sopra il letto del Giano, e che il deposito breccioso, forse potente oltre i sette metri, riposa alla sua volta discordante sugli strati inclinati di una marna cenerognola del miocene

superiore. Finalmente questa marna, insieme ai soliti gessi stratificati e con tracce di zolfo, si mostra sulla linea da Puttilo a San Donato, al nord-ovest di Fabriano, come pure al sud-est presso Matellica. Per cui è manifesto come le marne gessifere siano collocate in una zona allungata e ristretta in direzione dal nord-ovest al sud-est; entro d'una di quelle depressioni sinclinali, parallele all'Appennino. Che se poi da Fabriano si prende la strada che conduce a Genga, per procedere alla volta della caverna, le stratificazioni in vista, al principio della salita di Colle Ciglione, si presentano di ben altra natura. Sono esse costituite da un'alternazione ripetuta più volte di strati marnosi cenerognoli, interposti ad altri di un calcare impuro color terreo, i quali hanno nelle loro vecchie fratture, macchie giallastre ferruginose. Questi strati s'innalzano tutti con varie contorsioni nella direzione stessa della vicina elissoide del Ginguno, e mostrando di sottopassare le suricordate marne gessose mioceniche, rappresentano probabilmente un piano dell'Eoceno. Però questo lo dico dubitativamente e solo appoggiato alla forma litologica di dette rocce, le quali realmente somigliano alle eoceniche di Urbino e a quelle fra detta città e Fossombrone.

Successivamente seguono in basso strati sottili di un calcare marnoso bigio, terreo e rossiccio, i quali facendosi gradatamente più rossi, calcariferi e compatti, e racchiudendo altresì lenti di selce, si ravvisano tosto per cretacei, vale a dire di quella stessa formazione cui appartiene la *scaglia veneta*, e che già nello stesso Appennino centrale forniva diversi fossili caratteristici della creta superiore.

Sono pure egualmente di tale natura tutte le stratificazioni successive, formanti il nucleo di Colle Ciglione e quelle pure più innanzi fiancheggianti la strada diretta per Genga, nonchè quelle presso Moscano, Spinetto e Colalto, dove queste masse hanno una potenza considerevole, ed i loro strati presentano contorcimenti molto forzati.

Ma eccoci già sul Sentino, dove questo torrente, a somiglianza dell'Esino, si ripiega d'un tratto verso oriente, ed abbandona una valletta assai graziosa, per internarsi quasi misterioso e solitario nella ristrettissima gola apertagli dai monti Ginguno e di Valle Montagnana; due sporgenze bastantemente elevate per vedersi anche da lungi, e che a noi pure indicano il cammino verso la caverna, lungo il quale esistono le masse calcari del nostro profilo.

Qui davvero, al solo rammentare quel piccolo sentiero intagliato nei massi, fra le balze e gli scogli fiancheggianti l'Esino, eseguito appositamente dal pontefice Leone XII per accedere alla grande caverna, deploro veramente che mi manchi la penna di un romanziere. Così avrei forse chiamato sul Ginguno un maggior numero di visitatori, col descrivere luoghi non certo inferiori agli alpini per la loro selvaggia ed imponente bellezza. Ma poichè, a dir vero, è dato a pochi il ritrarre fedelmente a parole somiglianti quadri della natura, mi dovrò limitare rassegnato, a porre soltanto in luce i tesori di scienza colà nascosti, pur confidando di ottenere qualche risultato, massime esponendo fatti non menzionati da altri nelle varie Memorie pubblicate, sebbene pregevolissime (1).

(1) Procaccini, *Viaggi ai vulcani spenti d'Italia*. Firenze, 1814 pag. 31. — Suddetto, *Memoria sulla grotta di Frasassi*. Milano, 1809. — Suddetto, *Nuovi annali delle scienze naturali*. Bologna, 1841. — Brandimarte, *Piceno Annonario*. — Longhi, opera citata. — De Bosis, *La caverna ossifera di Frasassi*. Rivista Marchigiana 12 agosto 1872. — Ascanio Ginevri Blasi, *Grotta di Frasassi nei subappennini dell'Italia centrale*. Bologna, 1875.

Lasciata adunque la strada diretta per Genga, e presa quella per Pianello, alla sinistra del Sentino, si giunge ben presto alla base del monte Sasso o di Rosenga, il quale altro non essendo che il fianco occidentale dell'elissoide del Ginguno, tiene perciò le proprie stratificazioni rialzate verso oriente e prolungate al disopra del Casolare di Rosenga. La roccia di cui si compongono è un calcare roseo a frattura larga concoide e mancante affatto di fossili come di selce. I suoi strati piuttosto sottili vi formano una serie non così potente come altrove, ma però bastante a rappresentarvi quel piano più basso della creta superiore già trovato dallo Zittel sul Catria e sul monte Vettore.

Poco al disotto al casolare di Rosenga succede a questo calcare una zona di schisti di forse sei metri di potenza, e sono essi verdognoli, bigi e violacei come quelli notati egualmente dallo Zittel sul Catria e trovati pure da me in altri luoghi dell'Appennino centrale. Però a Rosenga non vi potei scoprire quelle molte tracce di fucoidi, da cui sono ovunque tanto bene caratterizzati, nè quel po'di bitume di cui fanno mostra sul Candigliano, od anche nelle stesse vicinanze di Rosenga, per quanto almeno mi fu riferito da una guida. Ma poco lungi vi ebbi a constatare le solite abbondanti sorgenti d'acque, dovute alla grande impermeabilità degli schisti fucitici, in confronto alla permeabilità delle rocce vicine. Questa zona schistosa, secondo l'opinione dello Zittel, deve collocarsi alla base del cretaceo superiore, e forse ne potrebbe rappresentare il piano medio, quando oltre alle fucoidi contenesse altri fossili di un significato più concludente. Però a proposito di questa zona cretacea non posso a meno di osservare che tanto in Toscana, come nell'Appennino dell'Italia superiore, non si mostra mai un cretaceo con forme litologiche eguali a quelle dei piani da noi descritti, giacchè quello della Toscana è rappresentato dalla *pietra forte,* co'suoi *schisti galestrini,* ed il cretaceo dell'Emilia da *argille scagliose,* pochi *calcari bianchi, arenarie* e scarsi indizî di *pietra forte.* Tutte rocce però che indistintamente mi fornirono *fucoidi, nemertiliti, zoophicos* e qualche *ammonite;* la qual cosa indicherebbe, a mio vedere, che nei posti occupati dal cretaceo nell'Emilia si fondano per così dire insieme, senza distinzione possibile di piani, le forme litologiche tanto del cretaceo toscano, quanto di quello delle Marche. Infatti nell'Appennino forlivese non mancano luoghi, dove le argille scagliose (quelle s'intende non troppo sconvolte dai sollevamenti e specialmente dalle continue estesissime frane) si presentano tuttora zonate, stratificate e schistose, come i veri schisti galestrini (Sasso di Simone e vicinanze di monte Altaveglio) ed altri invece, come a Pieve di Carpegna, dove sono associate a calcari bianchi e a schisti varicolori, che ricordano quelli di Rosenga. Quindi unicamente nella Lombardia e nel Veneto si rivedrebbe un cretaceo sotto una forma litologica in parte eguale a quello dell'Emilia e delle Marche, ma senza argille scagliose, al pari del cretaceo toscano e marchigiano. Il che adunque equivarrebbe a dire, essere le argille scagliose un vero equivalente sincrono degli schisti galestrini, nè potersi per questo attribuir loro un'origine eruttiva; dacchè, anche a parte altre considerazioni, sarebbe singolare veramente che le argille si fossero aperta un'uscita *solamente* in quei luoghi dove *non* esistono nel pieno loro sviluppo la *pietra forte,* il *calcare scaglia,* o la zona degli *schisti varicolori a fucoidi.*

Ma lasciando un tale argomento alquanto estraneo al compito nostro, seguiremo

dicendo, essere veramente alle case di Pianello e sotto il monte Tomarelli, dove si mostra distintamente la roccia che si succede in basso alla zona schistosa. Essa consta di un calcare bianco con qualche rilegatura spatica, a strati molto regolari, ma forse non più potenti di un quaranta centimetri. Contiene molti cogoli di focaia bianca o cenerognola, non presenta veruna traccia di fossili, ed i suoi strati rialzati alquanto verso oriente conservano la medesima direzione dei precedenti. In ordine alla potenza totale di questa serie di strati, essa non arriva forse ai 60 metri, mentre già a poca distanza da Pianello, presso il fosso Cervaro sulla strada che conduce alla Caverna, incomincia l'affioramento dell'altra roccia immediatamente sottostante. E poichè paleontologicamente questa si vedrà spettare al Giurassico superiore, così fin d'ora possiamo asserire che il calcare di Pianello rappresenta il *felsenkalk* (calcare in roccia o rupestre) dello Zittel, vale a dire il cretaceo inferiore o neocomiano. Tuttavia bisogna confessare, che l'aspetto di questa roccia di Pianello non corrisponde del tutto a quello del *rupestre,* mentre si dice che abbia questo il più spesso una struttura brecciforme e sia a strati non bene distinti. Ma tutto ciò veramente penso che si verifichi soltanto in quei luoghi dove le stratificazioni del nostro neocomiano vennero maggiormente tormentate nel sollevamento, per cui subirono forzate contorsioni o pressioni, e perdettero le apparenze stratiformi, mentre invece, dove tutto ciò non avvenne, quelle stratificazioni mi parvero rassomigliare maggiormente al calcare di Pianello. Più innanzi si avrà occasione d'incontrare nuovamente il neocomiano, ma sarà conforme agli esposti concetti.

L'altra roccia che già abbiamo detto affiorare presso il fosso Cervaro è un calcare gresiforme, giallastro e a strati di varia potenza con letti di selce. A pochi passi da detto affioramento, e cioè oltrepassato appena il Cervaro, il calcare perde quel suo aspetto gresiforme, la sua frattura si fa incerta, e con un colore assai più sbiadito, offre nelle recenti fratture, macchie leggermente verdognole o giallastre. Ivi fu che a qualche metro al disopra della strada, potei estrarre da un solo strato le specie seguenti: *Perisphinctes Geron* Zitt.; *P. transitorius* Opp.; *Phylloceras serum* Opp.; *P. ptycoicum* Quenst; *Lytoceras montanum* Opp.; *L. municipale* Opp.; *L. quadrisulcatum* d'Orb.; e poco più avanti, cioè in uno strato inferiore, di un colore alquanto più cupo *Phylloceras silesiacum* Opp.; *Aspidoceras cyclotum* Opp. nonchè un frammento di grosso esemplare di *Perisphinctes* molto interessante, per la enorme diversità fra i giri interni e l'esterno.

Tutte le quali specie, come ebbe a dirmi il mio amico prof. Meneghini, sono rappresentate da esemplari non molto ben conservati, e le determinazioni potrebbero andar soggette ad alcune rettifiche, ma non pertanto è indubitato che le suddette specie spettano al Giurassico superiore (piano Titoniano), e furono pure in parte trovate dallo Zittel nell'Appennino centrale.

La serie di questi strati, per quanto si può giudicare dalla litologica, non ha forse una potenza maggiore di una ventina di metri; e ciò spiega benissimo come il De Bosis non l'avvertisse affatto: molto più non avendovi osservati fossili, i quali veramente non vi si trovano che in pochissimi strati.

Così del pari e tanto più facilmente esso è scusabile di non aver notato neppure gli strati seguenti, scarsissimi di numero e litologicamente consimili.

Di fatto succede, in piena concordanza colle precedenti stratificazioni, un calcare a grana fina, giallognolo ma molto più compatto dell'altro, nel quale riuscii a vedere due sole piccole impronte di ammoniti, giudicate dubitativamente dal Meneghini come spettanti al *Harpoceras radians* Rein. Il che però mentre ivi accusava la presenza del Lias superiore, servì a spiegarmi perchè ivi pure scoprissi erratici ma alquanto più in alto verso le Piaggie e sui prolungamenti di quelle stratificazioni: *Harpoceras comense* De Buch; *Harpoceras radians* Rein; *Harpoceras algovianum* Opp.; colle quali specie, avendo la conferma del Lias superiore in quel luogo, mi convinceva pure che fra di esso e il Titoniano precedente non vi era rappresentante veruno della zona schistosa ad *Aptichi,* rappresentata così bene in tante altre località dell'Appennino centrale, e che parimenti vi mancava il Dogger inferiore, notato dallo Zittel sul Catria e altrove.

Così al disotto del Lias superiore, la di cui potenza non era che di pochi metri, avrebbero dovuto succedersi le belle e distinte stratificazioni del Lias medio, quali si trovano sulla strada da Cagli a Cantiano e in quella da Pergola all'Avellana. Ma nulla di tutto questo. Invece procedendo oltre nella strada non vidi seguire in linea discendente se non che strati di un calcare bianco, finamente oolitico, cui succedeva ben tosto un altro calcare a strati potentissimi dai 6 ai 15 metri di spessore; i quali formando tutta intera la massa del monte Ginguno fino quasi al molino di San Vittore, si presentano poi con differenti aspetti litologici: ora a tessitura oolitica, come quella del calcare precedente, ed in questo caso si chiama colà impropriamente *travertino*, ora finamente brecciata, ora compatta e marmorea di color caffè-latte chiaro tendente al gialliccio: finalmente con struttura sub-cristallina, o quasi ceroide, e con cavernosità rivestite internamente da cristalli di carbonato di calce.

Aggiungerò che queste cavernosità esistono anche in qualcun' altra delle precedenti varietà di calcari, e sono esse che in mancanza di meglio caratterizzano quelle masse, essendo dipendenti da cavità interne di frammenti di conchiglie turricolate, vedute in differenti posizioni. Questo poi ebbi a constatare tanto sul Murano, quanto sul monte Castelletto ed altrove, imbattendomi in veri modelli interni completi di Gasteropodi, sebbene indeterminabili. Ma non pertanto nel calcare che forma la parete interna della Caverna di Frasassi ebbi a levare discretamente conservati alcuni esemplari riferibili certamente ai generi *Chemnitzia, Turritella,* e *Phasianella.*

Tanto sul Ginguno quanto in tutti gli altri luoghi dove si presentano questi calcari, non è facile a precisare la loro potenza, mentre non affiora inferiormente alcuna roccia diversa. Però la potenza, di quella parte di strati che rimane in vista, raggiungerà forse i duecento metri. Ora, a quale orizzonte geologico potranno riferirsi tutti questi strati ne' quali neanche è possibile litologicamente praticare veruna separazione, giacchè le diverse varietà di calcare sono disposte in forma di grandissime lenti, piuttosto che a strati? La stratigrafia dell'Appennino centrale, o la sua paleontologia, hanno esse ancora dati sufficienti per rispondere definitivamente alla domanda? A tutt'oggi sembra che no. Infatti colla stratigrafia null'altro si può assicurare se non che essere queste masse le più

profonde dell'Appennino centrale: e paleontologicamente sarebbe precipitoso pronunciare un giudizio definitivo, a fondarlo unicamente sopra una sola specie trovata nel Furlo, quale la *Avicula Janus* Megh, o la *Rynchonella* cfr. *variabilis* del monte Catria, per le quali le masse suddette spetterebbero al Lias inferiore. Non ostante fino ad un decisivo responso della paleontologia, seguiteremo provvisoriamente a riguardarle come rappresentanti presso noi del suddetto piano liasico.

Ora seguitando l'esame del nostro profilo, ci conviene per poco lasciare in disparte la Caverna e procedere verso San Vittore, camminando parte nel letto del Sentino e parte sulle balze laterali del monte, in uno di que' punti dove la natura sembra si rivolga beffarda all' uomo dicendogli: qui tu almeno ti riconoscerai inferiore al quadrupede, e tuo malgrado lo imiterai, ponendoti carponi. Colà giunti la scena cangia d'aspetto tutto d' un tratto, e coll'allargarsi della valle ci si parano innanzi rocce ben diverse e diversamente disposte. Ivi una *faglia* della più grande evidenza pone a ridosso delle testate delle più basse stratificazioni liasiche gli strati più giovani e verticali del calcare neocomiano, il quale questa volta è realmente ivi rappresentato dal *rupestre* dello Zittel, cioè dal calcare brecciforme, ridotto in tal modo da un reticolato minutissimo di venature spatiche da farlo apparire una roccia frammentaria e non già frantumata in posto in causa di grandi pressioni. Questo calcare non sarà forse più potente di una ventina di metri, e sovra di esso alla sinistra del Sentino, si succedono i soliti pochi strati di schisti varicolori a fucoidi, contorti e rialzati verso il Ginguno. E qui è curioso il vedere come questa volta in prossimità degli schisti scaturisca un'abbondantissima sorgente d'acqua sulfurea, la quale si ritiene da alcuni che venisse utilizzata dai Romani per uso di bagni.

In seguito, eccoci di nuovo al calcare *rosato,* ivi di molta potenza e rialzato verso il Ginguno come le rocce precedenti; ed è sopra di esso che trovasi in alto situato il castello di Pierosara. Ma qui di nuovo la scena cambia, ed è tanto più bella ed espressiva scientificamente, se l' osservatore potrà vederla anche di lontano da un' eminenza, cioè dalla destra dell' Esino fra Valtreara e Gattuccio. Le stratificazioni del calcare rosato, invertendo di fatto il loro andamento, s' innalzano verso est, sicchè formando un sinclinale piuttosto ristretto, lasciano ben presto riapparire la zona sottostante degli schisti a fucoidi. Da questo punto in avanti siamo già entrati nella valle dell'Esino, ed ivi è bello osservare che, rimontandola fino alla stazione di Albicina, essa trovasi formata dal suddetto sinclinale cretaceo, mentre invece, seguendola a valle a sinistra fino al ponte sull' Esino verso la Rossa, essa presenta successivamente di fianco le formazioni geologiche fino a quelle del Lias inferiore. Aggiungasi inoltre che le dette formazioni come presso a Pianello, offrono passaggi litologici nelle rocce diverse di cui si compongono, quando anche fra quelle ne manchino alcune come vedremo fra poco.

Al di sotto degli schisti a fucoidi il neocomiano è rappresentato da un calcare compatto bianco eguale a quello di Pianello, ed a strati piuttosto grossi; ed è appunto su di una loro sporgenza che scorre la ferrovia. Il prolungamento di questi strati verso il sud, nel senso della loro direzione, attraversa il fiume Esino, ed inoltrandosi in linea retta, passa alquanto sopra a Valtreara, e dalla

parte del nord attraversa il canale detto delia Foce, sotto le case di questo medesimo nome.

In linea discendente vengono appresso gli strati sottili e serrati di un calcare biancastro, leggermente giallognolo con selce, i quali offrono il vero tipo del *calcare a lastre* dello Spada: hanno molta potenza e rappresentano indubbiamente il Titoniano. Con tutto questo però non mi fu dato rinvenirvi fossili di sorta, ma invece lungo il canale della Foce, nei prolungamenti nord di questi strati medesimi, vi potei raccogliere le specie seguenti:

Perisphinctes	*Köllicheri* Opp.	*Haploceras*	*rasile* Opp.
»	*contiguus* Cat.	»	*Stazyczii* Zeusch
»	*colubrinus* Rein	*Aspidocerus*	*iphicerus* Opp.
»	*exornatus* Cat.	»	*cyclotum* Opp.
»	*eudichotomus* Zitt.	*Oppelia*	*semiformis* Opp.
»	*microcanthus* Opp.	*Belemnites*	*strangulatus* Opp.
»	*transitorius* Opp.	*Aptychus*	*obliquus* Queust
Lytoceras	*quadrisulcatum* d'Orb.	»	*Beyrichi* Opp.
Simoceras	*lytogyrus* Zitt.	*Terebratula*	*triangulus* Lam.

Poco più sopra, alle Sassare, procedendo verso il monte Murano, trovai pure le seguenti:

Perisphinctes	*Albertinus* Cat.	*Lytoceras*	*montanum* Opp.
»	*contiguus* Cat.	»	*municipale* Opp.
»	*senex* Opp.	»	*quadrisulcatum* d'Orb.
»	*Geron* Zitt.	»	*Liebigi* Opp.
»	*exornatus* Cat.	»	*sutile* Opp.
»	*eudichotomus* Zitt.	*Simoceras*	*Volanense* Opp.
»	*rectefurcatus* Zitt.	»	*lytogyrus* Zitt.
»	*microcanthus* Opp.	*Haploceras*	*elimatum* Opp.
»	*transitorius* Opp.	»	*verruciferum* Mgh
Phylloceras	*serum* Opp.	»	*Stazyczii* Zeusch
»	*silesiacum* Opp.	*Aspidoceras*	*Avellanum* Zitt.
»	*ptychoicum* Queust	*Belemnites*	*semisulcatus* Münster
»	*Kochi* Opp.	*Aptychus*	*Beyrichi* Opp.

Rispetto a queste ultime specie occorre però notare un fatto, che si verifica appunto alle Sassare nel calcare a lastre contenente i detti fossili. Questo calcare ivi costituisce il sottosuolo di campi coltivati, e perciò la sua stratigrafia resta affatto oscurata. Solamente alcuni elevati speroni, qua e là sporgenti, darebbero a credere che gli strati fossero quasi verticali cioè un poco piegati verso l'est. Il solo aratro è quello che pone allo scoperto grande quantità di frammenti di questo calcare, ed è appunto negli ammassi di tali frammenti fatti dai contadini in mezzo ai campi, dove si rinvengono i fossili di quelle località.

Ma un'altra circostanza ivi si aggiunge a porre in molto imbarazzo il geologo, ed è che ivi le specie attribuibili al Titoniano trovansi in un calcare litologicamente identico a quello con fossili del Lias superiore.

E finalmente vuolsi ancora avvertire, che alle Sassare non vi è indicata veruna specie propria della zona schistosa ad *Aptichi*; la qual cosa, se corrisponderebbe a quanto si disse accadere nel Sentino, mostra però che a brevi distanze mancano, dirò così, paleontologicamente e litologicamente, interi piani geologici: ciò che mi farebbe quasi dubitare che per il nostro Appennino centrale, non fossero applicabili nella loro generalità tutte le suddivisioni di *piani* fatte negli altri paesi basandole sopra dati paleontologici. Pertanto, ciò premesso, debbo avvertire, come l'elenco delle specie titoniane riportato qui sopra venisse unicamente redatto in base delle determinazioni paleontologiche fatte dal mio amico, chiarissimo professor Meneghini, su tutti i fossili delle Sassare indistintamente, e senza che questi preventivamente, come ho detto, si potessero in modo alcuno separare con dati stratigrafici o litologici.

Così sta in relazione di ciò che or ora abbiamo detto, il trovare invece sull'Esino, inferiormente al Titoniano, presso le Palombare, rappresentata distintamente la zona degli schisti verdognoli e rossastri ad *Aptichi*, la quale procedendo lateralmente verso il sud passa fra Campo Nocecchio e Valtreara, estendendosi per il Lastreto fino al Casolare di Castelletta fra i due monti Revellone e Castelletto.

Al Lastreto e a Castelletto, sono i luoghi dove questi schisti presentano la maggior quantità di *Aptichi*, ma le specie determinabili si riducono unicamente all'*Aptychus profundus* Voltz, *A. Sublaeris* d'Orb., *A. Curioni* Mgh., *A. punctatus* Voltz, *A. Exculptus* Schaur., *A. Beyrichi* Opp.

Vi rinvenni pure un frammento di Belemnite, indeterminabile, e presso Valtreara, sopra una lastra infissa in terra insieme ad altre come riparo di un campicello, vi scorsi una grande impronta profonda, ma logorata di un *Zoophycos*.

La strada ferrata progredendo più oltre verso la Rossa, attraversa pure i pochi strati leggermente rossastri del Lias superiore, fra i quali le sole marne interposte hanno un colore più intenso e qualche traccia di fossili. Ma poichè anche questi strati riappariscono al sud, sotto al monte Castelletto alla destra dell'Esino, ivi appunto, in una località chiamata Pie' di Monte, raccolsi *Hammatoceras insigne* Schubl, *Stefanoceras crassum* Phill., *Phylloceras Doderleinianum* Cat., *Phyl. Nilssoni* Heb., *Phyl. Capitanei* Cat; mentre poi dalla parte del nord, alle Sassare, raccolsi confusamente, come dissi, coi fossili Titoniani *Hammatoceras insigne* Schubl., *H. Reussi* Hauer., *Harpoceras Comense* de Buch, *H. radians* Rein., *Stefanoceras Desplacei* d' Orb.

Successivamente, passate le case delle Palombare, ecco che gli strati calcari, da prima più sottili, ma di mano in mano più grossi, si fanno alquanto giallognoli, avendo qua e là macchie ferruginose: e formando una serie forse potente una quarantina di metri, si appoggiano sulle grandi stratificazioni del calcare liassico inferiore: ciò avviene presso il ponte della strada carrozzabile sull'Esino; e così la serie degli strati del calcare giallastro, sebbene non trovata da me fossilifera, pure per la sua posizione ed il suo aspetto litologico, deve ritenersi spettare al Lias medio.

Dal ponte suddetto in avanti, cioè fino allo sbocco nord-est del tunnel della Rossa, il nostro profilo taglia il grande anticlinale del monte Murano, l'asse del quale, procedendo fino oltre il monte San Vicino, è costituito dalle rocce liasiche

inferiori, non mancando queste di ripetersi dovunque eguali a quelle del Sentino. E perchè nulla realmente manchi a tale perfetta eguaglianza, noi troviamo presso Serra San Quirico, e precisamente al ponte di ferro della strada ferrata, il monte Murano tagliato a picco da una *faglia* molto evidente, avendo dicontro appoggiati, con pendenza invertita, gli strati del calcare rosato del cretaceo superiore, e al di sotto di questo, in fonde all' Esino, gli schisti varicolori a fucoidi colla loro solita sorgente d' acqua.

Il paese di Serra San Quirico trovasi quindi sopra i calcari bianchi e rossi del più giovane cretaceo superiore, sui quali, al fosso detto le Fossate, vengono successivamente ad appoggiarsi le molasse giallognole mioceniche contenenti grosse concrezioni sabbiose globulari o lenticulari durissime, eguali a quelle della molassa presso Urbino, che spetta al mioceno medio. Per questo motivo al Massaccio, quasi di fronte a Serra San Quirico, alla destra dell' Esino, nonchè a Domo, seguono i noti gessi stratificati del miocene superiore, riposanti sopra le suddette molasse. In proposito di che sono qui in dovere di rettificare alcune mie antiche osservazioni riportate nell'opera: *Flora fossile e geologica stratigrafica del Sinigalliese*, pubblicata in unione al prof. Massalongo nel 1859.

Ivi venne indicato come fra il Massaccio e il monte di Porcherella vi si trovasse il macigno eocenico, il quale in quella carta geologica figura pure presso Serra San Quirico. Ma questo presentemente non può più dirsi, giacchè la molassa di cui parlo, sebbene in alcuni punti tenga molto del macigno, pure ne è differente, massime per quelle concrezioni durissime esistenti nel suo interno, le quali non mi occorse mai di vedere nel macigno, e perchè in essa mancano le fucoidi e vi sono tracce di fossili decisamente mioceni. Anzi, avendo io percorso tutta la linea che da San Quirico per Domo, Ficano, S. Pietro, conduce a San Severino sul fiume Potenza, mi parve sempre osservare il mioceno a contatto colle rocce cretacee, senza l' intermedio delle rocce eoceniche. Tuttavolta questo fatto dovrà essere meglio constatato ed esaminato ne' suoi particolari, onde rilevare se realmente esprima la mancanza di una formazione intera geologica, quale l'eocenica, o piuttosto dipenda da una lunghissima faglia. Il che sembrerebbe pure indicato dalla sezione del monte Vettore, presentata dai signori Spada e Orsini nel Bull. géol. de France 2ª serie vol. XII tav. XXXII pag. 1202 fig. 5, nella quale le rocce liasiche del Vettore, sono in contatto colle molasse mioceniche.

E qui passate già in rassegna tutte le masse stratificate comprese nel nostro profilo, non sarà inutile che io offra riunite in due specchi a parte, posti in fine di questa relazione, tutte le specie fossili da me trovate nell'Appennino centrale, non solo nella presente circostanza, ma anche nelle mie escursioni antecedenti.

Questi specchi adunque agli occhi dei paleontologhi avranno quell' importanza che si meriteranno, ma bene io posso garantire la vera ed esatta ubicazione dei fossili stessi, tanto geologica che topografica.

Dall'esame fatto di tutte le stratificazioni incluse nel profilo, non che da quanto si osservava in principio di questo scritto, ci viene dunque a risultare, come riunendo ad esso col pensiero in un solo profilo in linea retta il monte Cucco (il quale può essere rappresentato da una sezione quasi eguale a quella del Catria

dataci dallo Zittel nella di lui opera citata) il Ginguno, il Murano ed il Comero di Ancona, rappresentato nell'opera mia e di Massalongo, sulle gessaie sinigalliesi, risulti realmente che tutti i rilievi di questa parte di Appennino vestono le forme di altrettante *onde di mare parallele*, avendo inoltre stratificazioni disposte in guisa da escludere assolutamente l'idea di un sollevamento per effetto di una sola forza agente dal basso in alto. Invece tutto ci mostra che una potente pressione derivante dal sud-ovest, fu la forza principale in azione nel sollevamento di quelle masse, le quali, appunto per la resistenza che si facevano dalla parte contraria del nord-est, davano luogo a *faglie* longitudinali tutte situate nei fianchi nord-est dei monti stessi. Ma quale era questa forza manifestata in una pressione laterale? Partiva essa da una lunga linea al di là dell'Appennino, ma nel suolo italiano, come sarebbe dalla così detta *Catena metallifera*, o dipendeva da qualche altra molto più lontana ed estesa commozione terrestre? Agiva essa in modo lento, o piuttosto con una certa celerità relativa, avuto riguardo a ciò che la disposizione stessa assunta dalle stratificazioni corrisponderebbe quasi a quella che prenderebbero i vagoni di un lungo treno di ferrovia cui fosse d'un tratto rallentata od arrestata la corsa? A tutte queste interrogazioni non è certamente qui luogo di rispondere; nè io davvero lo azzarderei in modo alcuno, troppo conscio delle mie piccole forze. Dirò solamente che la nostra scienza è ancora a parer mio alquanto lontana dall'aver trovato in proposito l'ultima parola, e che forse non sarà da essa, ma sì bene dall'astronomia che per avventura si potrà sperare qualche maggior luce su questi fatti, i quali pel loro aspetto ed ampiezza hanno, checchè si dica, più dell'astronomico che del terrestre.

Ma si ritorni ormai sui nostri passi per entrare finalmente nella caverna, subietto occasionale di questa relazione.

Egli è dunque alla sinistra del Sentino e a capo di quella straduccia fatta aprire da Leone XII nel lato meridionale del Ginguno, dove improvvisamente e di fianco, si giunge all'ingresso della caverna. Questa è elevata di 310 metri dal livello del mare, come fu rilevato dal De Bosis, ed a circa 102 dal letto del torrente, stando alle mie misure; e tanto essa che la strada sono internate nella ripa del monte dove questa discende scoscesa ed a picco fino in fondo alla valle. Alla destra di questa e molto vicine, stanno di fronte al di là del Sentino le grandi balze del monte di Valle Montagnana, le quali colle loro basi determinando il corso stesso del Sentino, mostrano veramente di costituire la contro parte del Ginguno. Così forse per questo il Brandimarte lasciò scritto esservi tradizione che l'un monte si dividesse dall'altro in causa di un terremoto. Ma comunque egli sia di questo, sta in fatto che è unicamente dal lato del monte di Valle Montagnana, di dove si può vedere di prospetto tutta la gran volta d'ingresso della caverna, ammirarne le forme colossali e pittoresche, e scorgervi al disotto a destra un'antica cappella della Beata Vergine, e nel mezzo il tempietto del Valdier, innalzatovi dal pontefice Leone XII. Lo schizzo qui unito (tav. I fig. 3) fu dunque preso necessariamente da quelle località dirupate, e lo devo alla somma cortesia del prof. Magnani, insegnante disegno a Fabriano, di che mi è gradito rinnovargli anche adesso la mia riconoscenza.

Dal detto bozzetto e meglio certamente dalla pianta della caverna (fig. 4) risulta dunque che questa, propriamente parlando, è di un sol vano ma però costituita da un vastissimo antro avente due diverse diramazioni indipendenti fra loro, entrambe sulla destra di chi entra nella caverna e prolungate in una medesima direzione media dall'ovest all' est, la quale pure coincide con quella della valle. Nè questa prima osservazione manca d' interesse, giacchè ponendola in relazione coll'altra sugli andamenti degli strati liasici della montagna, ben si vede come la direzione dei due rami della caverna e quella della valle, corrispondono alla direzione della linea di massima pendenza degli strati: mentre poi la direzione sud-nord dell'asse maggiore dell' antro, coincide con quella stessa degli altri strati. Così risulta evidente esservi un nesso fra le forme e disposizioni delle suddette cavità, e gli andamenti stratigrafici del monte stesso.

Parliamo prima delle due accennate diramazioni, e dopo verremo all'antro. La prima a destra entrando è larga al suo imbocco metri 6,50, alta metri 8 e lunga metri 41: ma dall' imbocco procedendo più oltre, le sue misure sono decrescenti sia perchè il vano si ristringe realmente da ogni lato, sia pure perchè il piano della grotta si trova forse interrito da certi depositi di cui sarà detto più innanzi. La seconda diramazione a destra nel fondo dell'antro apresi ad un' altezza di metri 13 sopra il di lui piano, e con una larghezza all' imbocco di metri 12, presenta un'altezza di metri 8; dimensioni le quali sono però soggette a variare col progredire innanzi della grotta e che non furono per anco misurate. Nè io mi accinsi a quest'impresa riserbandomi di eseguirla quando con più agio e per qualche utile scopo avessi giudicato conveniente verificare la lunghezza di questa grotta. Confesso anzi di non essermi molto innoltrato nella medesima, non scorgendone allora un'immediata opportunità; ma però intendo supplire a questa mancanza, riportando un brano della Memoria del De Bossis di sopra citata. « Dapprincipio ha la larghezza di circa « metri 19, poi talora si ristringe e talora si allarga, spesso dà accesso ad altre « piccole gallerie seguendo direzioni diverse. Il suolo ineguale ti costringe spesso « ad arrampicarti per erte rocciose, ora ti spinge a sdrucciolare lungo ardite discese. « Alcune volte il piede impaluda nella melma, che lo stillicidio facilmente vi in- « genera, altre volte nel guano accumulato per lungo volgere di secoli dai chirot- « teri, che nemici della luce ivi a migliaia si riuniscono e vi nidificano. La volta « a quando a quando si abbassa da dovervi camminare sotto ricurvi, talvolta s' in- « nalza, non dirò da non vederne a mezzo di faci la sommità, ma tanto da somi- « gliare quei tratti a ben capaci sale. Io speravo di trovare stalliti e stallagmiti « in copia, ma ne rimasi deluso, perchè solo si avevano delle prime, ma di pic- « cola mole. Non comprendo adunque quali fossero le naturali colonne ammiratevi « da Brandimarte; forse la comitiva nostra non si addentrò tanto oltre. Eppure non « dirò impossibile del tutto, ma assai imprudente sarebbe stato progredire ancora, « sia perchè in quelle buie vie non avevamo camminato al certo meno di un chi- « lometro, sia perchè le fiammelle delle nostre lanterne emettevano luce sempre « meno rischiarante, sia perchè la fermentazione benchè lenta del guano contribuiva « a rendere l'aria assai poco respirabile. Il nostro Vito Proccaccini-Ricci, che l'ha « due volte visitata, come scrisse nel 1845 nei Nuovi Annali di scienze naturali di

« Bologna, ha trovato la sua lunghezza non maggiore d'un terzo di miglio italiano, « mentre Brandimarte asserisce esservi state persone che dopo averla girata per lo « spazio di 5 ore, non ne rinvennero la fine. Ed io ho motivo di avvicinarmi di « preferenza a quest' ultimo in seguito a quanto avvenne nella recente nostra escur- « sione sotterranea ».

Intorno a quest'ultima osservazione mi permetterò di notare che a meno di supporre grandi tortuosità nella grotta, quasi a modo di labirinto, non si impiegherebbero mai 5 ore a percorrerne la lunghezza, giacchè in questo tempo si traverserebbe non solo tutto intero il Ginguno, ma si andrebbe ben lungi oltre Pierosara.

Ora veniamo all' antro maggiore.

Come risulta dalla pianta, esso è profondo metri 56 misurandolo dal parapetto esterno, e la larghezza presa sulla linea della facciata del tempietto, di met. 23,60. Nel mezzo poi la sua altezza è circa 25 metri, notando però che il volto è costituito dalla superficie inferiore di uno strato rialzato alquanto verso est, per modo che questo passando sopra all'imboccatura della grotta laterale, ne forma pure la volta. E qui è molto interessante il vedere come una lunga fessura nella volta dell' antro s' interni pure in quello della grotta laterale, mostrandosi ora totalmente ripiena di un'antica incrostazione stallatitica, la quale prova non solo una correlazione geologica fra l'origine dell'antro e quella della grotta, ma ancora come in passato entrasse acqua nella caverna venendovi dall'esterno, per cui il vano di questa potè da prima allargarsi per corrosione e poscia modificarsi ed anche restringersi per le incrostazioni calcari successive.

Ora in quanto alle attuali dimensioni dell'antro molti potrebbero forse ritenerle diverse da quelle anteriori alle costruzioni ordinate dal Pontefice, mentre realmente corrono tradizioni di ampliamenti grandiosi operati in quella circostanza.

Di questo io pure sono convinto, ma solo potrei dubitare dell' uguaglianza dei criterî sui quali si fonda tale giudizio. Di vero, chi ben guarda il monte internamente o vicino all' antro, e ne considera l' aspetto, le forme e le rotture, facilmente potrà persuadersi non avere il medesimo subìto recenti modificazioni sostanziali, trannechè in parte, a sinistra, per l'incavo necessario a formare la strada, ed anche alcun poco a destra, per togliervi alcune sporgenze della roccia; altrimenti se così non fosse, sarebbero in questa ben maggiori gli spazî con tracce di mine, di scalpelli e di fresche rotture, nè si troverebbero in essa fissati così estesamente i bei licheni bruni e rossi (Parmelie) di cui s' adorna, nè in alcuni punti sarebbe tanto corrosa dagli agenti esteriori. Ma in quale altro modo adunque si sarebbe egli fatto un ampliamento dell'antro? Si passi il tempietto, si esamini quel ammasso di terra giallognola addossato alla parete in fondo all'antro, esso ci spiegherà tutti gli enigmi e per mezzo suo noi avremo anche la storia della caverna.

L'ammasso anzidetto, se pure gli si può dare questo nome, consta di una serie di sottilissimi strati tutti più o meno argillosi, marnosi e sabbiosi, alternantisi fra loro in varie guise ed alquanto rialzati verso est (cinque o sei gradi circa) per modo che i superiori arrivano anche nella grotta laterale in fondo alla caverna (fig. 6 e 7). Ed io ritengo probabile che la detta grotta abbia essa pure il suo vero piano, a livello di quello dell'antro, ma che esso si trovi colmato dagli strati in discorso. Il cumulo di questi strati tutt'ora esistente al disopra del piano dell'antro, non è molto elevato,

ma in seguito sarà dimostrato quanto altra volta fosse più potente. Per ora diremo che fra strato e strato e specialmente fra quelli alquanto sabbiosi, s'incontrano facilmente tracce di vegetali, e che lavando e decantando la sabbia degli strati medesimi, questa si vede composta di frammenti di tutte le rocce calcari delle montagne vicine, e con moltissimi avanzi di foraminifere, però assai consunte dalla fluitazione. Ciò non ostante il mio amico Foresti vi potè distinguere, in molta abbondanza, i generi *Globigerina* e *Rubolina*, più scarsi quelli di Nodosarie e di Biloculine, fossili tutti in origine evidentemente derivati dalle rocce del miocene superiore, situate nelle vicinanze di Sassoferrato ed i cui detriti anche oggi discendono nelle acque del Sentino coi medesimi fossili.

Allorchè la prima volta mi accorsi di questo singolare deposito ne dedussi facilmente la sua origine fluviatile, e compresi assai bene come il Brandimarte, menzionato dal De Bosis (pag. 21 opera citata) ricordasse foglie d'alberi esistenti in mezzo a TERRA DISGREGATA.

Tuttavia confesso francamente di essere stato alquanto meravigliato che tanto il De Bosis, quanto il Pigorini ed il Zonghi non riconoscessero essi pure la natura originaria di quel deposito, giacchè diversamente lo avrebbero trovato interessantissimo, essendo esso posato nell'antro a 102 metri sopra il letto attuale del torrente. Ma a parte tutto questo, qual fu l'altezza massima raggiunta da tale interrimento fluviatile? S'innalzi lo sguardo sulla parete in fondo all'antro e si consideri attentamente. Ivi una zona biancastra larga circa 40 centimetri si spicca poco al disopra del piano della grotta con una inclinazione parallela a quella degli strati fluviatili (fig. 6); lo che importa che questa zona per la sua piccola inclinazione tagli alquanto obbliquamente gli strati molto più inclinati del calcare liasico, i quali oltre a questo, si presentano superiormente alla detta zona rivestiti di licheni, mentre inferiormente ne mancano affatto.

Ora che cosa indica egli quella linea bianca? Perchè mancano i licheni al disotto di essa ed il suo colore in questo caso è alquanto sbiadito? Ecco il risultato delle mie indagini. La zona biancastra non è altro che la traccia lasciata sulla parete da uno strato di antiche stallagmiti, le quali s'incrostarono sul deposito fluviatile, allorchè questo pel successivo abbassamento del letto del Sentino, non venne più raggiunto dalle acque del torrente; e ciò è tanto vero che basta situarsi sull'ingresso della grotta in fondo all'antro e rivolgersi verso di questo per iscorgervi ancora attaccati sulle pareti laterali della grotta alcuni residui di dette incrostazioni, l'andamento dei quali, seguìto coll'occhio, coincide appunto con quello della traccia bianca. Così la mancanza dei licheni al disotto di quella, dipende dalla permanenza del deposito fluviatile di contro alle pareti della caverna, mancato il quale o naturalmente, o per opera dell'uomo, non lasciò tempo opportuno perchè la roccia si liberasse dal pulviscolo giallognolo del deposito stesso per dar luogo alla fissazione dei Licheni. Nè probabilmente il distacco di queste stallagmiti dovè avvenire tutto in un modo naturale, giacchè se in parte potè ciò accadere per mancare al disotto il sostegno del deposito fluviatile e per opera delle acque stesse del Sentino nel loro successivo abbassamento, ritengo pure che lo stesso pregio artistico di detta incrostazione possa averla fatta ricercare e raccogliere all'epoca romana per lavori decorativi architettonici,

mentre anche molto oggi opportunamente la vediamo impiegata a formare l'altare del tempietto in mezzo all'antro.

Però, se anche a disegno questa incrostazione stallagmitica venne levata, certo è che il deposito fluviatile riempiva ancora l'antro nel tempo in cui fu costruita l'antica cappella della Beata Vergine, giacchè diversamente la detta cappella non sarebbe stata eretta, come oggi si vede, in un luogo così angusto e disadatto. Laonde si deve concludere, che l'ampliamento dell'antro avvenne realmente al tempo di Leone XII, e consistè tutto nel liberare la caverna dal deposito fluviatile.

Erano dunque a questo punto le mie prime osservazioni sulla caverna, allorchè desideroso di farvi ricerca di quant'altro potesse nascondere, tanto rispetto alla paleoetnologia, di cui mi erano note le prime scoperte, quanto rispetto alla geologia, per ciò che poteva riguardare l'intero deposito fluviatile, io mi permetteva richiedere un tenue sussidio a codesto Ministero della pubblica istruzione a fine d'intraprendere alcuni scavi. Ottenutolo gentilmente, e procuratomi ancora il dovuto permesso dal proprietario della caverna, il march. Sermattei dei Principi della Genga, tosto mi diedi al lavoro nel settembre dello scorso anno, utilizzando il più possibile il breve tempo di cui poteva disporre.

Vero è che i risultati ottenuti non furono molto splendidi, però con essi avvantaggiarono la geologia e la paleoetnologia: dacchè chiarendo meglio alcuni punti rimasti oscuri, limitarono d'assai il numero di quei fatti di cui sarebbe ancora opportuno tentare la ricerca.

Come risulta adunque dalle fig. 4 e 5 tav. I, si apriva nel mezzo dell'antro una trincea lunga met. 19 larga met. 4 e si approfondava fino ad incontrare la viva roccia del monte la quale fu trovata a due metri di profondità sotto il piano in mezzo all'antro. Fino a questo punto continuarono gli strati fluviatili, sempre eguali ai superiori, cioè alternantisi fra loro in modo diverso i marnosi, i sabbiosi e gli argillosi. E così la loro regolare inclinazione fu pure costante di cinque o sei gradi verso ovest: la quale inclinazione deve attribuirsi certamente ad un posteriore sollevamento, sia perchè strati di materie così attenuate non può ammettersi che ivi si deponessero in origine a quel modo, sia perchè ancora quelli più bassi in contatto colla roccia calcare erano compatti, levigati, striati e lucenti come si vede negli schisti che subirono scivolamenti e pressioni in causa di sollevamento. In questi strati si rinvennero moltissime tracce di vegetali, anzi vere filliti; ma la natura sabbioniccia e sfacellabile della roccia, non permise che se ne raccogliessero molte di ben conservate. Tuttavia fra queste non fu difficile riconoscere unicamente generi e specie tuttora viventi in quelle montagne, quali per es. *Quercus sp. sp.*, *Fagus sylvatica* Lam., *Ostria vulgaris* Lin., *Acer sp.*, *Alnus incana* Willd., *A. Glutinosa* Willd., *Corilus?*, *Salix sp.*

Si rinvennero pure qua e là diversi grossi frammenti di stallatiti impigliati nell'interno degli strati, e certamente vi si trovavano per essere caduti dalla volta dell'antro, avendo essi spigoli acuti che escludevano qualunque altra spiegazione.

Inferiormente al piano attuale dell'antro, la superficie del calcare del Ginguno si trovò nel mezzo alquanto più bassa, ma rialzata verso l'est così da eguagliare l'inclinazione stessa degli strati liasici, e però tale depressione mediana giustifica forse la tradizione esistente fra quei montanari, esservi occorse grandi palafitte nel mezzo

dell'antro per elevarvi il tempietto; come pure spiegherebbe l'esistenza di quel po' di muro di sostegno all'imbocco dell'antro sulla ripa del monte, per innalzarvi ed eguagliarvi il piano sul davanti del tempietto medesimo.

Gli scavi fatti servirono pure a determinare con esattezza l'intera potenza raggiunta dai depositi fluviatili; e però questa, misurata dal profondo della trincea fino alla traccia bianca delle stallagmiti, fu trovata di metri 14. Potenza invero considerevole, avuto riguardo alla finezza de'componimenti gli strati del deposito, e che coll'indicarci il lungo tempo occorso alla sua formazione ci apre pure la via ad alcune altre osservazioni importanti.

Infatti l'altezza della caverna dal livello del mare si disse essere di 310 metri. Ora se da questi si detraggono i due metri misurati dal piano dell'antro fino a raggiungere la superficie del calcare sottostante, si hanno metri 308, a cui ora aggiungendo tutti i 14 metri dello spessore del deposito fluviatile, avremo metri 322, i quali corrisponderebbero quasi affatto ai 327 altezza di Fabriano dal livello del mare. E dico corrisponderebbero quasi affatto, giacchè il livello massimo del deposito fluviatile nell'interno della caverna vi esiste tuttora tracciato dalla linea delle stallagmiti, mentre a Fabriano (a parte la considerazione, che questo paese sarebbe stato a monte del corso delle acque) ignoriamo di quanto possa essersi abbassata la superficie del deposito quaternario in causa delle continue degradazioni. Quindi per me questa corrispondenza di livello nei due depositi quaternarî della caverna e di Fabriano, sarebbe una prova evidente della loro contemporaneità, come pure dell'esistenza di un grande ristagno d'acqua nel Fabrianese, già accennata in principio. Ed ora inoltre si comprende come ciò appunto accadesse per non trovarsi bene aperta la gola fra la Rossa ed il monte Murano, nonchè l'altra della valle del Sentino; sembrando poi molto probabile che questa siasi formata od ampliata soltanto posteriormente ai depositi fluviatili della caverna, e precisamente allorchè accadeva quel sollevamento pel quale gli strati fluviatili si rialzarono come oggi li vediamo. Anzi ritengo che contemporaneamente alla formazione della fenditura sul Sentino, si aprisse anche quella della Rossa (ora valle dell'Esino) mentre la detta fenditura pel suo andamento accenna di esserne una continuazione. Per questa ragione ed in causa della successiva escavazione delle dette valli i depositi fluvio-lacustri avrebbero successivamente incominciato a disporsi a terrazza, a seconda della natura e disposizione speciale delle montagne fiancheggianti le valli medesime; e così mentre in quella del Giano, come la più larga, vi si crearono col tempo diversi ordini di terrazze, nell'altra invece dell'Esino, fra Albacina e la Rossa, essendo molto ristretta, o non si formarono terrazze, o ben presto vi furono distrutte. In quanto alla gola che forma il letto del Sentino, questa per le sue pareti verticali non potè mai avere decise terrazze, ma a somiglianza di ciò che si osservò nella caverna, in essa si ripeterono successivamente deposizioni fluviatili in altre grotte o cavità più basse.

Quindi il geologo che da Pianello si reca alla caverna non mancherà di notare ai lati della valle certe profonde corrosioni, fatte dalle acque del torrente a diversi livelli nelle rocce liasiche, dove in alcune di quelle esistono realmente depositi fluviali stratificati, della natura di quelli della caverna. Ed anche oggi le acque del torrente formano profonde corrosioni nella roccia calcare, fra le quali è molto grande quella

detta la Grotta delle Molina, dove secondo le diverse posizioni rispetto al torrente si depositano brecce o bellette differenti.

Ma per quanto si voglia accordare alle acque del Sentino una grande potenza erosiva, e per quanto il geologo non si trovi mai disposto a mercanteggiare col tempo, pure il fatto di vedere adesso la caverna di Frasassi ad un'altezza di oltre met. 100 sopra il corso del Sentino, è cosa degna di rimarco, massime considerando la molta durezza delle rocce liasiche. Per queste considerazioni io sono pienamente dell'opinione del De Bosis nel supporre che dove ora scorre il Sentino di fronte alla caverna altre ancora ne esistessero nella medesima direzione, tanto più vedendo come l'andamento delle due grotte o diramazioni della caverna sia eguale con quella della fenditura esistente nell'antro. Ed appoggerebbe questa supposizione la presenza pure di altre grotte nelle vicinanze, quali quelle di Palombara e dei Baffoni, menzionate e visitate dal Procaccini (V. Annali delle scienze di Bologna 1841. *Descrizione del Monte della Crescia e del Monte San Pietro*). Così il sollevamento avvenuto posteriormente ai depositi fluviatili, ingenerando sempre maggiori fratture, fessure, o cavernosità nella roccia, avrebbe maggiormente facilitata l'azione corrodente delle acque del Sentino.

Nell'intraprendere gli scavi entro all'antro io veramente sperava che fosse possibile trovarvi alcuni avanzi di vertebrati e fra questi anche dell'uomo, dacchè io medesimo nell'Imolese, in quei depositi quaternarî avevo trovato molte selci lavorate rozzamente. Ma le mie speranze rimasero deluse. La caverna nei punti esplorati non mi offrì mai, come si disse, se non che materie finissime, le quali per conseguenza escludevano l'idea che vi si trovassero in mezzo corpi voluminosi e pesanti. Così la grande potenza del deposito alluvionale toglieva la possibilità che durante la sua formazione entrassero nella caverna quadrupedi o uomini mentre ne sarebbero stati impediti dalle molte acque ivi stagnanti. Piuttosto non sarà impossibile che esistano avanzi di vertebrati nella prima delle due diramazioni della caverna, giacchè per la sua posizione rispetto al Sentino, essa gli presentò sempre l'imboccatura in direzione del suo corso e perciò dovè ricevere materie più pesanti e grossolane.

Tuttavia è da avvertire che anche in questa grotta al tempo di Leone XII ne fu abbassato il piano, ma non ostante, per alcuni saggi fatti, si può credere che contenga ancora molto ingombro di alluvione da potersi esplorare. Ma altre considerazioni mi occorse di fare durante gli scavi della caverna.

La presenza nell'antro delle alluvioni fluviatili, mostra adunque chiaramente l'anteriore esistenza della caverna, ma nulla ci dice delle cause da cui probabilmente questa venne prodotta. Ora vediamo se bene esaminandola, sia possibile fare in proposito qualche congettura.

Sulla parete a destra dell'antro, e precisamente di fronte al tempietto, si scorge fino all'altezza di alcuni metri la superficie della roccia liasica tutta corrosa leggermente in modo ondulato, ma orizzontalmente nel suo insieme, di guisa che queste corrosioni tosto si riconoscono fatte per l'azione chimica di acque rimaste per lungo tempo a contatto colla roccia, e sono orizzontali perchè si vedono nel senso stesso della direzione degli strati calcari, che si disse essere eguale a quella dei fluviatili. Invece se si sale nella grotta in fondo all'antro e si guarda nella parete sinistra, dove

egualmente veggonsi consimili corrosioni, si scorgerà che queste trovansi invece inclinate, perchè sopra strati veduti nel senso della loro inclinazione. Ora siccome la direzione degli strati calcari è eguale a quella dei fluviatili, questo fatto non basterebbe ad eliminare un dubbio, se cioè anche prima che le acque del Sentino entrassero nella caverna, altre acque pure vi avessero dimorato. Ma in quanto a me sarei d'avviso che, durante il tempo occorso nell'emersione delle stratificazioni liasiche, il mare stesso per molto tempo vi entrasse per qualche meato e fosse anzi egli stesso la causa principale della formazione della caverna. In una parola io penso che il mare di quei tempi operasse sulle rocce del Ginguno come attualmente in molte caverne lungo le coste dei mari attuali.

Ma oltre a queste corrosioni altre se ne osservano di varia forma e prodotte evidentemente da acque discese dall'alto e precipitate nell'antro dalla grotta laterale del fondo. Infatti presso di questa si notano nell'antro larghi solchi che discendono dall'alto in basso obbliquamente, e persino alla sinistra della bocca della medesima evvi un foro nella roccia (fig. 7) il quale certamente venne fatto da un corso d'acqua E poichè talune di tali corrosioni situate sulla destra dell'antro sembra siano state esse pure erose successivamente in senso orizzontale, così si dovrebbe dedurre che alcune di esse precedettero in parte alle altre. Ma comunque egli sia, esistono nella caverna segni evidenti di corrosioni fatte dalle acque anteriormente alle formazioni dei depositi fluviatili, essendochè questi si appoggiarono di contro a quelle e le ricoprirono. Per altro si potrebbe obbiettare che, ove realmente il mare fosse entrato là entro, non avrebbe mancato di lasciarvi anche qualche sua traccia, e che questa doveva scoprirsi cogli scavi eseguiti. Senza voler scemare il peso di questa obbiezione, noterò solamente, essere stata ben piccola la parte esplorata della caverna, e che le acque stesse posteriori cadute dall'alto furono forse in caso di trasportare i relitti lasciativi dal mare. Ma basti di ciò: e passiamo finalmente alle osservazioni paleoetnologiche fatte nella caverna, avvertendo peraltro che a risparmio di parole e forse di particolarità inutili, si esporranno solamente i risultati ottenuti terminati i lavori.

Dalle fig. 6 e 7, sebbene in piccola scala, si può rilevare a sufficienza qual sia la forma che presenta all'imbocco la grotta situata in fondo all'antro, e quindi come il piano della medesima consti di quegli stessi depositi fluviatili di cui in antico riempivasi l'antro.

Senonchè la superficie del piano al principio della grotta si rinvenne inclinata verso la parte sinistra, e più bassa met. 2,70 delle antiche stallagmiti: il che fa vedere come queste naturalmente o per fatto d'uomo più non vi esistessero, ed anzi in quel luogo fosse stato fatto un incavo nel terreno alluvionale. Di più un'altra particolarità vi si osservava ed è che la parete di sinistra, a un metro circa dal piano della grotta, protende all'infuori per met. 1,50, cosicchè il piano medesimo vi rimane internato al disotto, nel punto stesso dove immediatamente riposano su di esso due strati di carboni con ceneri di uno spessore complessivo di circa met. 2 presso la parete, e che si assottigliano gradatamente a destra, nel tempo stesso che da detta parte si alzano ed estendono. Per questa disposizione dei carboni, come pure per trovarsi così vicina e sopra di essi la sporgenza della parete, si vede adunque che questi non costituivano un vero focolare, ma vi erano stati invece accumulati dall'uomo, tanto

più non scorgendosi nelle pareti della grotta alterazioni prodotte dal fuoco, in quella stessa guisa che si vede purtroppo anche attualmente nei pilastri del Colosseo, ogniqualvolta che vi stanno a bivacco soldati, loro permettendosi di accendere il fuoco contro di essi. Quindi l'ammasso de'carboni nella grotta non ci rappresenta che un vero cumulo di rifiuti, o immondezzaio, il quale però sembra che si estenda per diversi metri ancora nell' interno della grotta, mentre sul davanti occupa una larghezza di circa met. 5 e termina bruscamente dalla parte dell'antro. Così la pensarono pure i sig. Pigorini e Zonghi, quantunque i loro scavi non permettessero ad essi di notare differenza di età nell'ammasso del carbone.

Il primo di questi strati, cioè l'inferiore, trovasi composto quasi esclusivamente di carboni e ceneri, e perciò la mancanza quasi totale di frantumi della roccia calcare, e la presenza invece di quelli di stallagmiti, danno a conoscere realmente che in quel tempo lo strato stallagmitico si trovava in via di distruzione, e che le pareti della grotta non erano state tocche dalla mano dell'uomo.

Lo spessore di detto strato a carboni è di circa cent. 50 presso la parete sinistra della grotta, ma si assottiglia e si perde procedendo a destra.

Per quanto riguarda gli oggetti trovativi senz'ordine veruno e fra loro confusi, dessi sono i seguenti:

Abbondano maggiormente, fra gli altri, i frammenti di stoviglie o cocci in terra grossolana semicotta frammista a granelli calcari. Spettavano certamente a vasi destinati a diversi usi ed erano fatti a mano senza tornio e di un colore bruno giallastro, soltanto in qualche luogo tendente al rosso. Dalle forme e grossezze di questi frammenti si può desumere che i vasi erano molto semplici e rozzi, e che fra questi se ne trovavano dei grandi e dei mezzani non però dei piccolissimi, nè di quelli aventi un zoccolo. Quindi per la più parte rassomigliavano all' *Olla cono-truncata* delle terremare di Gorzano, figurate dal Coppi alla tav. XX fig. 2 (*Monografia ed iconografia della terramara di Gorzano*) come ancora all'*Olla ansa caniculata*, tav. LXXII fig. 1, ma senza manico.

Alcuni poi avevano nel contorno uno o due cordoncini in rilievo paralleli, ed i manichi o anse, o le orecchiette, il più spesso trovate staccate dai loro vasi, erano generalmente di forme molto semplici, tanto se spettavano alla categoria dei manichi verticali, quanto degli orizzontali, quindi eguali a quelli della tavola XXVII fig. 2 (*Auricola cilindrica*) e figura 5 (*Auricola orizzontalis*) pure di Gorzano. Inoltre pochissimi fra questi cocci avevano ornamenti speciali, degni di osservazione, e perciò solamente quattro di essi credo bene riprodurli in disegno nella tavola II.

Uno di questi (fig. 1) era di una pasta piuttosto fina nerastra, solcato leggermente da piccoli segni retti e paralleli disposti ad angolo, e fatti probabilmente mediante una stecca.

Un altro (fig. 2) un po' giallastro con un cordoncino orizzontale da cui se ne distaccava uno simile ma rivolto in basso, alquanto obliquo e ricurvo; talchè è da supporre che il ventre del vaso fosse tutto rivestito da una specie di maglia a grandi poligoni, simile forse agli ornamenti di alcuni vasi trovati nel peperino del Lazio, figurati dal Ceselli (*Dell'arte ceramica primitiva del Lazio.* Roma, 1868 tav. I fig. 3, 4).

Altro ancora di un vaso ventricoso piuttosto piccolo (fig. 3), il quale è circondato orizzontalmente da un ornato in rilievo che consiste in tante tacche oblique e parallele fatte evidentemente colla pressione di un utensile cilindrico.

Questa maniera d'ornamento ricorda alquanto quella di alcuni vasi della stazione dei Merlotitt (fig. 7 tav. XII, Atti Soc. ital. sc. nat. vol. XVII) descritta dal professor Castelfranco.

La figura 4 rappresenta un frammento, parte superiore, di un vaso alquanto grande avente un diametro di circa 34 centimetri e formato del solito impasto grossolano con piccoli granelli calcari. Nonpertanto trovasi ornato assai rozzamente cioè con due cordoni distanti fra loro 24 centimetri, ma che si riuniscono insieme ai due lati opposti del vaso formandovi una orecchietta orizzontale non molto rilevata e arrotondata, atta a servire da manico. Fra i due cordoni serpeggia poi un rilievo a zig-zag non troppo regolare, fatto evidentemente a pizzichi col pollice ed indice della mano.

Finalmente l'ultimo saggio disegnato figura 5 è un'ansa di terra nerastra di forme molto vicine a quella rappresentata dalla Coppi alla tav. XXX figura 35 sotto il nome di *Ansa marginalis perforata*. Di quest'ansa ne furono trovate diverse e più o meno malconcie, ma ciò che hanno di singolare si è di essere quasi identiche tanto nell'impasto quanto nelle forme e nella grandezza a molte altre raccolte da me presso Imola nei piani delle antiche capanne del Castellaccio, le quali si crede poterle riferire all'epoca del bronzo.

Delle così dette fusaiole se ne trovarono solamente due senza ornamento di sorta, ed una è simile al *Verticillus Pseudosfericus* del Coppi, tav. XXIX fig. 56, l'altra al *Verticillus biconvexus* dello stesso, tav. XXX fig. 1.

Così si hanno pure due soli coni in argilla quasi cruda, in ciascuno dei quali esiste presso l'estremità superiore un foro trasversale, per il che sono eguali a quei pesi riportati nella fig. 2 tav. XXXI del Coppi, sotto il nome di *Pondus conicum*, però con questa differenza che i nostri non presentano segni di sorta cui attribuire un significato numerico. Anche di questi ne raccolsi al Castellaccio insieme ad altri di forma cilindrica, forati longitudinalmente.

Un solo saggio di selce rossa (probabilmente di quella esistente nel terreno cretaceo) raccolsi foggiato rozzamente a guisa di nucleo, ma la presenza di esso in quel luogo basterebbe già da sè sola a non ritenerlo accidentale.

Noi abbiamo egualmente in selce rossa una scheggia lavorata a forma di raschiatoio, nella quale la parte tagliente è costituita per sola frattura naturale della selce, mentre la parte opposta è più grossa e presenta molti colpi fatti intenzionalmente per renderla ottusa.

Avvi una sola e sottile estremità di un cornetto cervino artificialmente appuntato e vi sono pure altri pezzi di corno di cervo con tracce di lavoro, ma non offrono forme significanti e possono più probabilmente rappresentare dei rifiuti.

Di conchiglie da servire di ornamento non rinvenni se non che una *Cassidaria echinophora*, dal cui aspetto fossile potei giudicarla proveniente da qualche collina terziaria delle vicinanze. Questa specie fu pure trovata nelle terremare del Modenese e del Castellaccio, indizio forse di una preferenza nell'usarla, o come ornamento, o

come amuleto. Anche il Zonghi cita altre conchiglie trovate nella grotta in mezzo ai carboni, ma nulla ci dice se queste avessero dei fori in qualche loro parte come in quelle dell'Imolese e del Modenese.

Di oggetti di bronzo non scoprii che tre verghe cilindriche di una medesima grossezza cioè del diametro di 7 millimetri, ma di diverse lunghezze, misurando la più lunga centimetri 16 e la più corta 13, tutte terminate irregolarmente.

Una di queste venne analizzata in Roma dal sig. dott. Gabriele Tassinari nel laboratorio chimico del sig. prof. Cannizzaro e fu trovata composta di rame, stagno e piombo con sole piccolissime tracce di ferro e zinco; cosicchè mancando nella lega del bronzo quest'ultimo metallo, ben si vede come in allora non si usasse la calamina; onde è molto probabile che il bronzo della grotta sia della medesima epoca di quello trovato nelle palafitte palustri.

Non si comprende poi a quale uso preciso dovessero servire le dette verghe, mentre così come sono non si potrebbero ritenere che scalpelli rotti, o scalpelli non per anco formati col martello, come fu supposto per altra simile verga trovata dal conte Cavazocca nella stazione lacustre del Bor nel lago di Garda (Bullettino di Paleoetnologia italiana, anno 4 pag. 103.

Anche nella grotta, come nel Castellaccio presso Imola, si trovano molti di que' ciottoli calcari di forme varie ma regolari, tanto se sferiche, che elissoidali più o meno piatte; l'uso o significato dei quali resta sempre da indovinare, potendosi egualmente supporre che si raccogliessero come oggetti di semplice curiosità, o per usarli in giuochi, o a contare o a riscaldare acqua; come pure per deporli a lato dei defunti nel modo che si vede usato anche nel tempo degli Etruschi.

La raccolta di ossa di animali non riuscì invero molto abbondante, ma più che sufficiente a caratterizzare l'età antica del deposito con carboni.

Esse avevano pressochè tutte la loro tinta naturale, e molte erano ridotte in piccoli frammenti o scheggie, sia per colpi ricevuti, sia da tagli bene aggiustati di strumenti fendenti.

Poche mostravano aver subìta qualche modificazione nel senso di un maggiore indurimento: per lo contrario in qualche osso minuto e piatto, vi era indizio di maggior leggerezza acquistata.

Per la determinazione delle ossa meglio conservate bramai sentire anche il parere dell'illustre mio amico prof. Strobel, e però senz'altro dirò il risultato delle nostre ricerche.

Sus scropha Ferus L., due zanne superiori.
Id., giovane mandibola.
Sus scropha palustris Rüt., mandibola.
Id., omero, articolazione inferiore.
Bos brachyceros? Rüt., denti molari della mandibola superiore.
Id., ossa del bacino con segni di stato selvatico.
Id., vertebre lombari idem, o semi selvatico.
Bos (razza?), calcagno ed un corno, maggiori di quelli del Brachyceros.
Cervus elaphus L., omero.
Capra (razza?) giovane, mandibola inf. sinistra.

Lince, mandibola inferiore destra.

Sembra che le ossa di questo carnivoro s'incontrino qui per la prima volta in depositi di un'epoca preistorica.

Ora sarebbero da ricordare anche le ossa di quelle specie di animali trovate dal Zonghi nella grotta e da lui menzionate nella succitata sua Memoria. Ma siccome da essa risulta che egli colà non potè distinguere verun ordine di successione nei piani a carboni, così mi dispenso dal menzionare quelle specie di animali da lui ricordate, tanto più che non ebbi opportunità di esaminarle attentamente ed istituire sulle medesime i debiti confronti.

Perciò dopo l'esposizione di quanto fu scoperto nella grotta in questo primo ed inferiore ammasso di rifiuti, parmi che tenuto conto delle dimensioni, forme e composizione delle stoviglie, nonchè degli usi cui dovevano servire insieme agli altri oggetti, tanto in terra, quanto in bronzo, si debba infine riconoscere come tutto questo non solo rappresentava dei rifiuti, ma spettava agli abitatori della caverna, all'epoca detta del bronzo, cioè quella stessa cui si attribuiscono le terremare del Modenese, le palafitte lacustri, e le capanne dell'Imolese.

Ma qui si richiederà, « in qual parte dunque della caverna abitavano essi gli uomini di allora e facevano i loro fuochi? ». In quanto a me non credo difficile la risposta. Essi abitavano nel grande antro come la pensarono egualmente il Zonghi ed il Pigorini, ma vi abitavano quando in esso i depositi fluviatili raggiungevano ancora in gran parte lo stesso livello della grotta laterale. Allora in mezzo all'antro eravi, ciò non ostante, luce e spazio più che sufficienti a tutte le bisogna dei cavernicoli ed anzi questi più che oggi vi dovevano essere riparati dai disagi dipendenti da un'apertura troppo vasta: quindi la grotta laterale trovandosi meno del presente illuminata non poteva meglio utilizzarsi che servendo da immondezzaio. Che poi realmente il piano generale della caverna fosse in allora quello da me poc'anzi supposto, lo indicherebbe anche la stessa interruzione repentina dello strato a carboni sul davanti della grotta, mostrando quella esser avvenuta successivamente col tempo o per mezzo di frane o quando l'antro venne interamente vuotato ad arte.

Superiormente al detto primo strato a carboni ne segue un altro di uno spessore di metri 1,50, il quale come il primo, si assottiglia a misura che si estende verso la parete di destra.

A differenza del precedente, v'era in questo una grande mescolanza di frammenti calcari angolosi e scheggiati, i quali per conseguenza indicavano che nel tempo della di lui formazione si lavorava in luogo la pietra, oppure che le pareti stesse della grotta erano soggette a maggiori degradazioni per fatto di cangiati usi od abitudini nei frequentatori di essa. Mescolati ai carboni e ai frammenti suddetti si trovarono pure molti e svariati oggetti ed ossa di animali, il tutto in completo disordine: e siccome fra i tanti cocci di vasi in terra cotta e torniti, come anche fra altri oggetti se ne osservarono di forme probabilmente non contemporanee, così devesi anche ammettere che questo deposito da prima formato come l'altro da tanti rifiuti, andasse inoltre soggetto a successivi rimaneggiamenti; del che si ebbe la certezza la più assoluta scoprendo due scheletri umani sepolti l'uno presso l'altro alla sola profondità di 60 centimetri dalla superficie attuale. E poichè tali tumulazioni, come si

dirà più innanzi, sono da riferirsi a tempi non molto remoti, sarebbe forse il caso di crederle veramente contemporanee alle molte ossa umane raccolte *nei più nascosti recessi della grotta* al tempo di Leone XII, come dice il Bellenghi nella *Storia delle due chiese (S. Urbano e S. Vittore) fra le selve degli Appennini* 1835. Per altro io credo che qui sotto il nome di grotta si debba invece intendere il grande antro; diversamente converrebbe ammettere o che gli scheletri da me scoperti fossero più recenti degli scavi di Leone XII (il che non è sostenibile) o che detti scavi si estendessero fino ai punti da me esplorati, cosa contradetta dal fatto. Ma sia egli che tutte queste ossa spettino o no ad un medesimo periodo di tempo, rimane sempre incerto se ivi fosse un vero cimitero a comodo degli abitanti di quelle vicinanze. Ma diciamo alcune parole sulle cose trovate confusamente in quest'ultimo ammasso, e veniamo a chiarire in qualche modo l'età del medesimo.

Fra i cocci delle stoviglie figuravano in buon numero certi coperchi di una forma più o meno conico-ottusa, aventi superiormente una piccola appendice cilindrica o a cono rovesciato e qualche volta con un foro in mezzo il quale attraversava interamente lo spessore del coperchio. Il diametro dei maggiori di essi non eccedeva i 15 centimetri, e la terra cotta di cui si formavano era un'argilla molto sabbiosa e grigia rassomigliante un grès e portavano indistintamente tracce evidenti di loro fabbricazione al tornio. A dir vero io non conosco stoviglie romane di un impasto sabbioso di tale natura, nè tampoco coperchi di quel tempo foggiati in tal modo. Tuttavolta ricorderò di volo come detti coperchi siano eguali a quelli della *Ghytra* o *Scutra* sorta di vaso in forma di zuppiera in uso presso i greci, il quale, secondo si dice dal Panovka (*Recherches sur les véritables noms des vases grecs* I, 28. *Dictionnaire des antiquités romaines et grecques* par A. Rich. Paris, 1861) serviva a cuocere vivande. Inoltre furono raccolti molti frammenti di vasi snelli ed eleganti ma piuttosto piccoli, con una o due anse verticali schiacciate e non ornate, dimodochè stando alle figure riportate dal dizionario suricordato, detti vasi potevano in gran parte servire a quei medesimi usi a cui i Romani destinarono la *Seria,* l'*Amphora,* la *Lagena,* il *Cadus;* cioè a contenere vino, olio, conserve di frutti, mele ecc.

Oltre a questi non mancarono anche cocci di piccoli vasi simili alle nostre pentole e alle scodelle, ma di un impasto nero e non levigato, e mancanti di ogni sorta di ornamento.

Diversi cocci si ebbero pure interamente cinti da striature assai fitte o da solchetti paralleli, ma che essendo in piccole dimensioni non permisero che si desumesse a quali forme di vasi appartenessero.

In generale poi l'argilla di cui erano formate tutte queste stoviglie era sempre molto fina e di colori differenti, sicchè veramente poteva accennare a provenienze e fabbriche diverse.

Tre soli saggi però di bellissima e finissima argilla rossa, si raccolsero in questo terriccio e furono: 1.° Un grande frammento di un piatto di perfettissimo lavoro ceramico dei bei tempi romani, il quale avendo presumibilmente un diametro di 32 centimetri portava in mezzo alcune leggiere impressioni raffiguranti piccole foglioline; 2.° altro frammento simile di piatto, egualmente di grandi dimensioni, ma privo di ornamenti; 3.° finalmente una *lucerna* o lampada ad una sola miccia, avente in

mezzo nella parte superiore alcuni rami con fiori rilevati, il tutto rinchiuso da un ornamento circolare costituito da tante rosette pure in rilievo.

Di oggetti di metallo si raccolsero due piccole anella in ferro, come pure una punta di un dardo a quattro angoli, colla base formata a cannula, onde assicurarla ad un'asta sottile di legno.

Inoltre due altri frammenti irruginiti, piatti ed accuminati, che poterono forse un giorno appartenere a lame di coltelli o a cuspidi di lance.

Di bronzo non si trovò che un'irruginita e consunta medaglia, però facilmente riconosciuta quale moneta coniata sotto Tiberio Claudio imperatore romano.

In legno di bosso fu scoperto un pettine a denti radi e grossi (*rarus pecten* Plauto cap. II, 2, 18) portante da una parte e dall'altra un traversale fissato con chiodetti di ferro (tav. II fig. 6), evidentemente allo scopo di rinforzare la sottile assicella sulla quale si volevano formare i denti. Difatti, come risulta anche dal disegno, le dette sbarre vennero pure intaccate colla sega nell'atto che si formarono i denti.

Così egualmente si presentava formato di osso altro pettine come alla figura 7, il quale oltre alle sbarre di rinforzo come nell'altro, aveva da una parte denti fitti e sottili e dall'altra più radi e grossolani. Tanto poi l'un pettine che l'altro furono trovati a poca distanza fra loro, sempre però confusi cogli altri oggetti.

Per quanto poi si riferisce alle ossa di animali, ivi pure nascoste, esse non furono veramente molto abbondanti e la maggior parte spettavano a giovani e piccoli individui, erano molto spezzate e conservavano il loro colore naturale.

Abbondavano fra le altre quelle del *Sus scrofa* L., e fra queste prevalevano i frammenti delle mandibole inferiori; venivano in seguito quelle di *Capra* e di *Ovis* rappresentate esse pure la maggior parte da mandibole, ed il genere *Bos* era unicamente indicato da qualche grande frammento delle ossa delle arti e delle coste.

Tutte poi indistintamente spettavano ad animali di specie o razze non distinguibili dalle attuali, però a questo proposito debbo deplorare che venissero per equivoco gettati nel Sentino tutti i saggi raccolti insieme a quelli delle ossa umane ivi pure trovate.

Ei fu dunque a soli 60 centimetri inferiormente al piano attuale della grotta che si scopersero due scheletri umani l'uno dall'altro distanti 70 centimetri e coi piedi rivolti all'est, nella stessa direzione cioè in cui si stende la grotta. Giacevano supini sulle reni ed avevano le braccia distese lungo il corpo, ed entrambi in causa di uno spostamento del terriccio verso la parte sinistra della grotta, si vedevano schiacciati e contorti alquanto verso quella parte.

I due cranî si trovarono per questo rotti e molto sformati, però non tanto da non permettere che si riconoscesse l'uno di essi alquanto più piccolo dell'altro e con tutti i denti persistenti nelle mandibole, dimodochè apparteneva certamente ad individuo giovane, mentre l'altro più grande e con denti molto erosi ed in parte mancanti, dovette appartenere ad un vecchio. Anche le ossa di detti scheletri si trovarono in dimensioni corrispondenti ai loro rispettivi cranî, ma il loro cattivo stato di conservazione non permise riconoscerne in luogo il loro sesso. Quindi era a tale scopo che io aveva raccolti e posti in disparte molti frammenti di queste

ossa per farli oggetto di studio, quando un deplorabile equivoco li fece andare dispersi nel Sentino.

Sul limitare della grotta verso l'antro, incontrai egualmente qualche altro osso umano in terreno rimaneggiato, ma certamente dovettero far parte di altri scheletri scoperti antecedentemente dal Zonghi e da altri.

Da tutto questo però si può arguire come realmente nella grotta esistessero e possano ancora trovarsi molti altri cadaveri tumulati regolarmente, e come in continuazione di altri tumulati nell'antro e sepolti nel piano a carboni prima che questo insieme al deposito fluviale venisse estratto al tempo di Leone XII. Così e non altrimenti io spiegherei le molte ossa trovate in quel tempo, però non intendo discutere se fossero o no quelle ossa di monache o di frati, o di abitanti dei contorni. Quello che è certo si è che gli scheletri umani da noi scoperti, non erano contemporanei del terriccio a carboni, giacchè vi erano sepolti per una tumulazione avvenuta posteriormente, come lo provava e la poca profondità dove giacevano, e il terriccio con cocci, ossa d'animali ecc. osservato evidentemente rimaneggiato di recente intorno ai cadaveri stessi.

Dopo questa succinta descrizione delle cose rinvenute nel secondo ed ultimo piano a carboni, si può egli dire se, fatta eccezione degli scheletri umani, tutto il rimanente indichi una dimora costante dell'uomo nella caverna, o non piuttosto una sua comparsa ivi avvenuta ad intervalli per cagioni e scopi diversi? Vale almeno la pena d'investigarlo.

A differenza dell'inferiore strato a carboni, mancano affatto nel secondo i cocci di grandi vasi o recipienti, e le forme di quelli rinvenuti, c'indicano usi molto variati nelle stoviglie medesime. Di più vi hanno per la prima volta vasi acconci a contenere probabilmente del vino, e questi sono pure di mezzane o piccole dimensioni. Così sono ivi appena rappresentate le stoviglie od utensili di perfetto lavoro ceramico e vi sono come accidentali. Ora il difetto di grandi recipienti ci mostra per sè solo od una passeggiera permanenza dell'uomo nella caverna, od un numero alquanto limitato delle persone che contemporaneamente la frequentarono. Finalmente la stessa varietà delle terre cotte accenna forse non tanto a tempi fra loro diversi, quanto a diversa provenienza dei vasi medesimi, non che forse delle persone stesse che ivi li recarono. Quindi queste considerazioni condurrebbero a credere che la caverna nel periodo di formazione del secondo piano a carboni, cioè nei tempi romani, fosse unicamente abitata ad intervalli, o per l'estrazione dell'alabastro od anche per solo diporto; il che in seguito non dovè mancare eziandio a scopo di culto, ed accadere poi in allora come in oggi, che i visitatori vi abbandonassero i relitti dei loro pasti.

Rimane ora a parlare della grotta situata sul davanti dell'antro e nella quale il Zonghi ebbe pure a scoprire pochi frammenti di vasi, ed anche una scheggia di selce rozzamente lavorata.

Per la sua posizione questa grotta dovè seguire necessariamente tutte le vicende dell'antro, e però anche essa fu invasa da medesimi depositi fluviatili i quali ne chiusero per conseguenza l'imbocco a considerevole altezza, e siccome questo aveva il vôlto molto più basso di quello dell'altra grotta da noi esaminata, così per la sua poca altezza questa grotta dovette presentare ristrettissimo spazio per essere abitata,

a meno che, come sembra, non fosse sbarazzata prima dal deposito fluviatile. E ciò anzi parmi venga comprovato dai cocci scavati dal Zonghi quasi in fondo al piano attuale della grotta, i quali, se pei loro caratteri sono da considerarsi contemporanei a quelli più antichi dell'altra grotta, giacendo ad un livello molto minore, proverebbero di fatto che il livello superiore del deposito alluvionale era stato realmente abbassato.

Per difetto di tempo, non potei praticare molte ricerche in questa grotta, tuttavia vi rinvenni un po' di terriccio con carboni e cocci ed ebbi ad accorgermi che quel deposito era di già stato esplorato, ed in massima parte anche asportato; la qual cosa confermerebbe maggiormente il detto del custode della cappella, il quale assicura che la grotta fu sgombra per renderla accessibile alle cavalcature dei visitatori.

Ma chiudendo ormai questa nostra relazione, e riassumendo il fin qui detto, potremo forse concludere:

1.° Che la caverna di Frasassi probabilmente potè cominciare a formarsi non appena s'iniziava l'emersione dal livello del mare degli strati liasici e quando cioè le onde di questo vi battevano dicontro, penetrandovi anche per qualche fessura cagionatavi dal sollevamento.

2.° Che contemporaneamente anche le acque meteoriche potendo dall'alto entrare nell'interno della caverna vi causarono corrosioni e solcature diverse.

3.° Che seguitando il sollevamento e non più penetrandovi le acque del mare, quelle invece di un Sentino di quei tempi invasero la caverna e permanendovi per lungo lasso di tempo, vi depositarono i loro relitti fino a che questi vi raggiunsero la potenza di 14 metri.

4.° Che abbassandosi maggiormente col tempo il letto del Sentino, anche le sue acque cessarono di entrare nella caverna, cosichè la superficie dei depositi fluviali rimasta all'asciutto, potè sopportare un vasto deposito di stallagmiti prodotto dalle acque che cadevano dall'alto.

5. Che successivamente un altro sollevamento della montagna in direzione del precedente, rialzava gli strati del deposito fluviale nell'interno della caverna ed ingrandiva la gola fra il Ginguno ed il monte di Valle Montagnana.

6.° Che in appresso seguitando ancora ad abbassarsi maggiormente il livello delle acque del Sentino, queste incominciarono a corrodere dal difuori le loro stesse deposizioni lasciate entro la caverna, sicchè col degradarle potevano anche trar seco in parte anche lo strato stallagmitico.

7.° Che fu allora in cui l'uomo incominciò ad abitare la caverna, usando specialmente della grotta in fondo di questa per riporvi i rifiuti di sua abitazione, i quali poi essendo simili od uguali a quelli dell'Imolese e del Modenese, fanno credere che la caverna fosse abitata fino dall'epoca detta del bronzo.

8.° Che posteriormente, cioè ai tempi romani, la caverna non fu più abitata in modo permanente, ma solo frequentata a scopi diversi.

9.° Che in seguito nella grotta furono fatte molte tumulazioni di cadaveri umani, dalle quali forse dipendono le molte ossa scoperte nella caverna allorchè Leone XII fece eseguire l'intero sgombro dell'antro per erigervi il tempietto esistente tuttora.

Ma tutte queste deduzioni derivanti dagli studî fatti nella caverna, sono esse l'ultima parola sulla storia della medesima? Veramente non parmi. Nell' interesse della geologia rimarrebbe sempre da accertare se il mare dopo l' emersione delle stratificazioni liasiche vi abbia penetrato e se durante il periodo quaternario l'uomo, o gli animali contemporanei vi lasciarono le loro tracce. Tali ricerche non si potrebbero effettuare presso il tempietto, da che occorrendo scendere a rilevante profondità, si rischierebbe di danneggiarlo. Invece sarebbe più opportuno spingere i lavori all'imboccatura della grotta in fondo all'antro e tentarne anche altri in quella a destra. Coi primi, se molto protratti e profondi, si gioverebbe anche la paleontologia, in quantochè colla completa esplorazione di tutto il deposito a carboni si avrebbe cognizione della sua vera estensione, come pure di tutti gli oggetti in esso contenuti. Coi secondi vi sarebbe forse, come si disse, maggiore probabilità di verificare se ivi esistano di fatto materiali di alluvioni più grossolani, e quindi se fra questi vi si trovino tracce della presenza dell'uomo.

Specie trovate da Scarabelli nel Lias superiore dell' Appennino centrale esistenti nel Museo d' Imola.

Numero d'ordine	SPECIE	Alle Gengbe rosse sul Candigliano	A Pie' di Monte sotto M. Castelletto	A Gorga Cerbara sul Candigliano	Alle Cave delle Foci presso Cagli	A Monte Petrano presso Cagli	Alle Balze delle Salare sulla Scheggia	Alle Sassare presso Monte Murano	Presso il fosso Cervaro sul Sentino
1	*Harpoceras Levesquei* d'Orb.	»	.	.	.	.	.	»	.
2	» *insigne* Schubl.	»	»	»	.	»	.	.	.
3	» *Comense* d. B.	.	.	.	»	.	»	»	»
4	» *subcarinatum* Y. B. . .	»	.	.	.	.	.	.	.
5	» *bifrons* Brug.	.	.	.	»	.	»	.	.
6	» *Mercati* Hasser.	.	.	.	»	.	.	.	»
7	» *radians* Rein.	.	.	.	.	.	.	»	»
8	» *Algovianus* Opp.	»	.	.	.	.	.	.	»
9	» *discoides* Ziet.	.	.	.	.	»	.	.	.
10	» *sternale* de Buch. . . .	.	.	»	.	.	»	.	.
11	» *complanatum* Brug. . .	.	.	.	»	.	.	.	.
12	» *Reussi* H.	.	.	.	.	.	.	»	.
13	*Phylloceras Doderleinianum* Cat. . .	»	»	.	.	.	.	.	.
14	» *Nilssoni* Hèb.	»	»	.	»	.	»	.	.
15	» *Capitanei* Cat.	»	»	.	»	.	.	.	.
16	» *selinoides* Mgh.	.	.	.	»	.	.	.	.
17	*Lytoceras Dorcadis* Mgh.	»	.	.	.	.	.	.	.
18	*Stephanoceras crassum* Phil.	»	»	.	»	.	»	.	.
19	» *Desplacei* d'Orb.	.	.	»	»	.	.	»	»
20	» *subarmatus* Y. B. . . .	.	.	.	.	.	.	.	»

Specie trovate da Scarabelli nel Giurassico superiore (Titoniano) dell' Appennino centrale ed esistenti nel Museo d' Imola.

Numero d'ordine	SPECIE	Canale della Foce presso Gengra	Sassare presso Serra S. Quirico	Presso fosso Cerraro a Pianello sul Sentino	M. Vallemontagnana presso Pianello sul Sentino	Alle Cosse sul Monte Castelletto in valle d' Esino	
1	*Hammatoceras fallax* Ben.	.	»	.	.	.	
2	*Stephanoceras Bagleanum* Opp.	.	.	.	»	.	erratici
3	*Perisphinctes Kollicheri* Opp.	»	.	.	.	.	erratici
4	» *Albertinus* Cat.	.	»	.	.	»	
5	» *contiguus* Cat.	»	»	.	.	.	
6	» *senex* Opp.	.	»	.	.	»	
7	» *colubrinus* Rein.	»	.	.	.	.	
8	» *Geron* Zitt.	.	»	»	.	.	
9	» *exornatus* Cat.	»	»	.	.	.	
10	» *eudichotomus* Zitt.	»	»	.	.	.	
11	» *rectefurcatus* Zitt.	.	»	.	.	.	
12	» *microcanthus* Opp.	»	»	.	.	.	
13	» *transitorius* Opp.	»	»	»	.	.	
14	*Pylloceras serum* Opp.	.	»	»	.	.	
15	» *silesiacum* Opp.	.	»	»	.	.	
16	» *ptychoicum* Quenst.	.	»	»	.	.	
17	» *Kochi* Opp.	.	»	.	.	.	
18	*Lytoceras montanum* Opp.	.	»	»	.	.	
19	» *municipale* Opp.	.	»	»	.	.	
20	» *quadrisulcatum* Orb.	»	»	»	.	.	
21	» *Liebigi* Opp.	.	»	.	.	.	
22	» *sutile* Opp.	.	»	.	.	.	
23	*Simoceras Volanense* Opp.	.	»	.	.	.	
24	» *lytogyrus* Zitt.	»	»	.	.	.	
25	*Haploceras elimatum* Opp.	.	»	.	.	.	
26	» *rasile* Opp.	»	.	.	.	.	
27	» *verruciferum* Mgh.	.	»	.	.	.	
28	» *Satzyzcii* Zeusch.	»	»	.	.	.	
29	*Aspidoceras iphicerus* Opp.	»	.	.	.	.	
30	» *cyclotum* Opp.	»	.	»	.	.	
31	» *Avellanum* Zitt.	.	»	.	.	.	
32	*Oppelia semiformis* Opp.	»	.	.	.	.	
33	*Belemnites strangulatus* Opp.	»	.	.	.	.	
34	» *semisulcatus* Munster.	.	»	.	.	.	
35	*Aptychus obliquus* Quenst.	»	.	.	.	.	
36	» *Beyrichi* Opp.	»	»	.	.	.	
37	*Terebratula triangulus* Lam.	»	.	.	.	.	

Fig. 1ª — Carta geologica da Fabriano a Serra San Quirico.

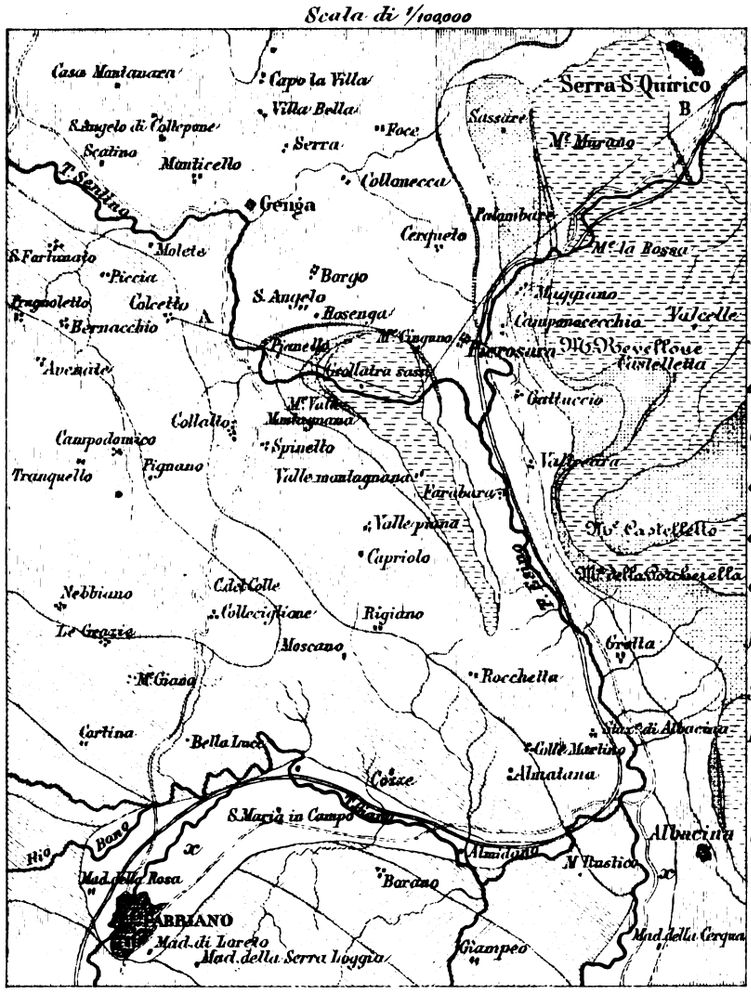
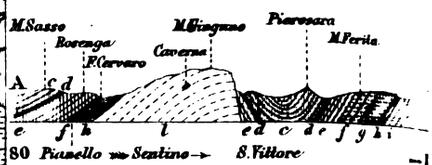


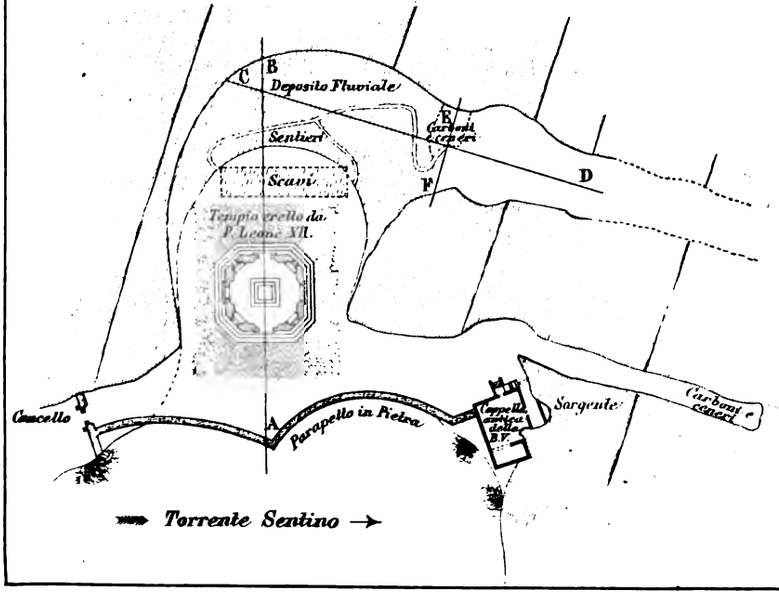
Fig. 2ª — Sezione geologica da [illegible]



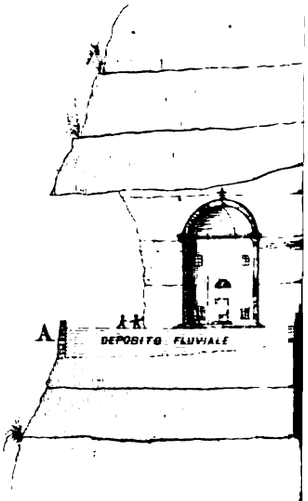
Segni conven[illegible]

r	Quaternario	
a	Miocene	Marne e Molus[illegible]
b	Eocene	Marne e calc[illegible]
c	Cretaceo sup.	Calcari bianc[illegible]
d	Cretaceo medio?	Schisti mari-c[illegible]
e	Cretaceo inf.e (Neocomiano)	Calcare bianco[illegible]
f	Giurassico sup (Titoniano)	Calcare bianc[illegible]
g	Giurassico (piano ad Aptichi)	Schisti verdo[illegible]
h	Lias superiore	Calcare rosa [illegible]
i	Lias medio	Calcare marmor[illegible]
l	Lias inferiore	Calcare cellulo-[illegible]

Fig. 4ª — Pianta della Caverna detta di Frasassi.

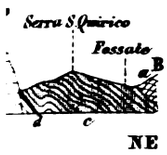


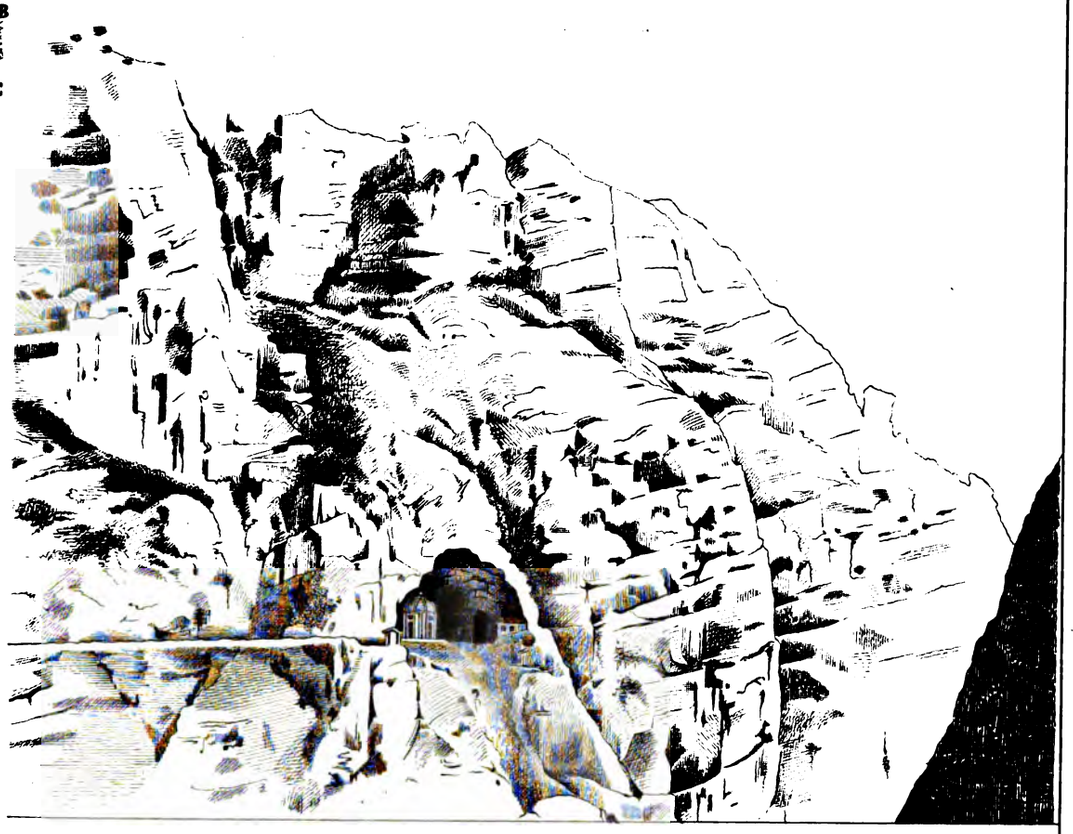
Sezione [illegible]
lungo la linea AB [illegible]



a San Quirico.

Fig. 3ª — Veduta della Caverna detta di Frasassi.





m selce.
li.
he, brecciforme.
rdastro.
tri.
rruginose.
aso, brecciforme.

ntia.

Fig. 6ª

Sezione della Caverna lungo la linea **CD** della Pianta.

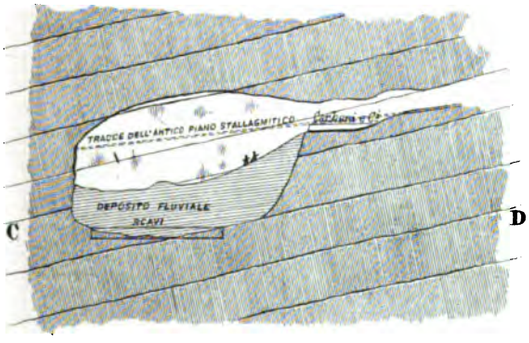
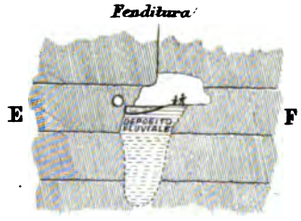


Fig. 7ª

Sezione lungo la linea **EF** della Pianta all'ingresso della Grotta laterale.



B

000

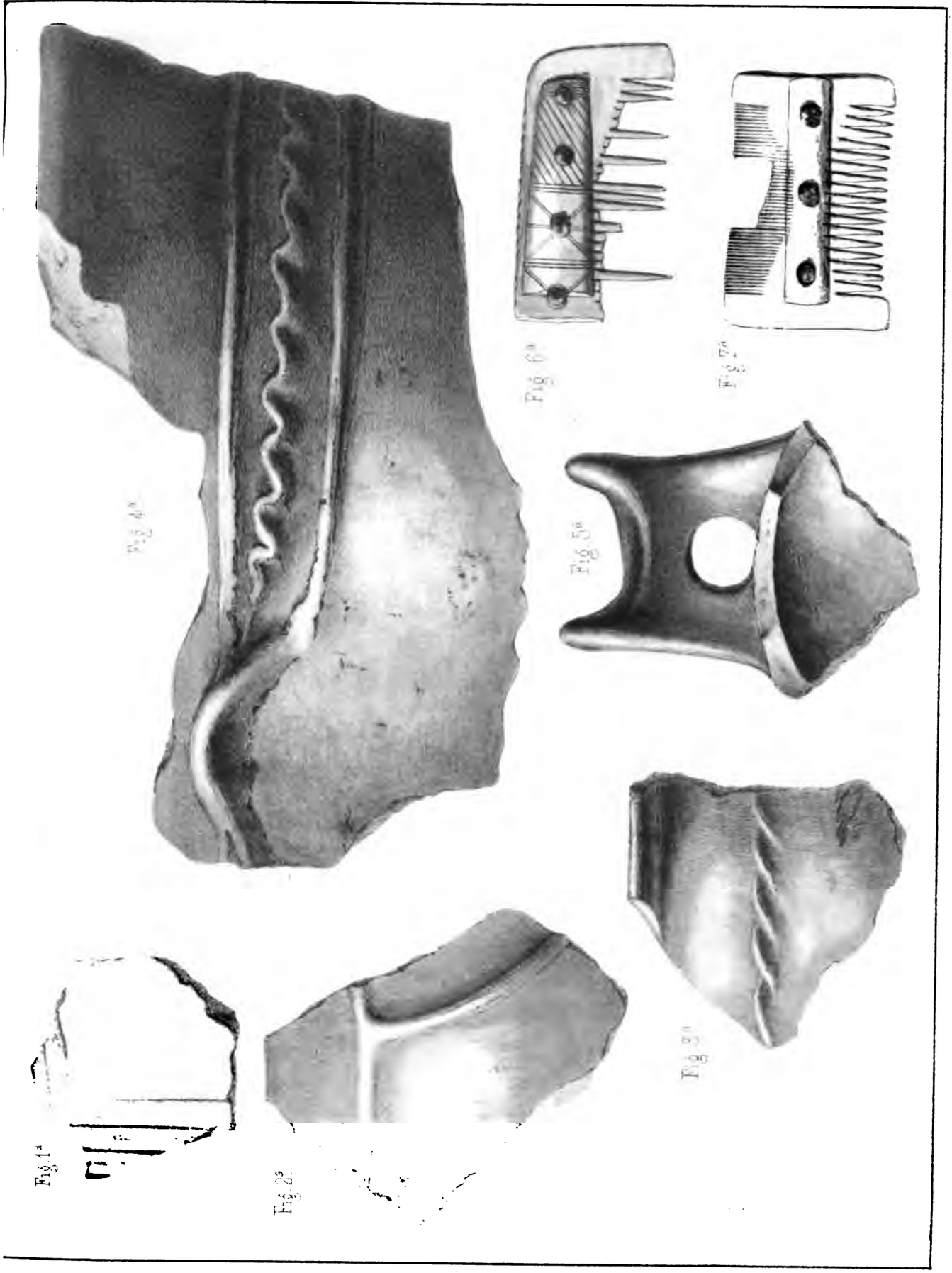


Fig. 1ª
Fig. 2ª
Fig. 3ª
Fig. 4ª
Fig. 5ª
Fig. 6ª
Fig. 7ª

Sui Coriceidi parassiti, e sull'anatomia del gen. *Lichomolgus*.

Memoria del dott. A. DELLA VALLE

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 7 dicembre 1879.

Se le condizioni delle antenne e delle parti boccali hanno un valore nella classificazione dei Copepodi, come certamente ne hanno uno, ed anzi grandissimo, i così detti due gruppi dei Coriceidi e degli Ergasilidi non possono costituire due famiglie separate. Difatti così nei generi compresi dagli zoologi nel primo gruppo, come in quelli del secondo, le antenne del secondo paio ed i piedi mascellari posteriori, se esistono, hanno sempre la forma e l'ufficio di organi di presa; laddove le mandibole, le mascelle ed i piedi mascellari anteriori sono organi laceranti e pungenti. Trovasi con ciò in armonia, almeno in parte, anche la maniera di vita, che, nondimeno, solo per molti dei generi compresi dal Gerstäcker (1) fra gli Ergasilidi è costante ed ectoparassita; giacchè nei così detti Coriceidi si è constatata solo in qualche Saffirina, lasciandosi argomentare negli altri casi, siccome nota l'Häckel (2) dalla qualità delle materie contenute nel sacco intestinale, sempre liquido, come se si trattasse di umore introdotto per suzione. Così che potrebbe sospettarsi che i Coriceidi fossero parassiti di animali pelagici, che poi forse abbandonassero in alcune circostanze non ancora bene determinate.

Certo non può fare ostacolo a questa riunione la presenza di grandi occhi laterali nelle Saffirine, nelle Copilie, nei Coricei, quando si rifletta che nessuno incontra difficoltà nell'ammettere, accanto ai Copepodi ora nominati, anche il genere *Pachysoma*, ed altri ancora, che di occhi laterali non presentano traccia, ma hanno un solo occhio mediano. E proprio il gen. *Pachysoma* presenta tanta analogia con i *Lichomolgus*, anche per i caratteri interni, che non si può in nessun modo collocare i due generi ora citati in due gruppi separati.

Il gen. *Lichomolgus* stabilito da T. Thorell nel 1859 (3), da principio comprese solo quattro specie (*L. forficula, marginatus, albens, furcillatus*), tutte viventi nel sacco branchiale delle Ascidie semplici. Delle quattro specie ora nominate, le Ascidie semplici del golfo di Napoli ne albergano due, cioè il *L. forficula*, creduta poi dal Buchholz (4), ma a torto, una specie non ancora descritta, e quindi indicata col nuovo

(1) Gerstäcker, in Bronn's *Klassen* ecc. Vol. V. Arthrop. p. 721.

(2) Häckel, *Beitr. z. Kenntniss d. Corycaeiden.* Jen. Zeitschr. Vol. I.

(3) T. Thorell, *Bidrag till Kännedom om Krustaceer, som lefva i arter af slägtet Ascidia L.* Kong. Vet. Akad. Handl. III. B. n. 8. 1859.

(4) Buchholz, *Beitr. z. Kenntniss d. innerhalb d. Asc. leb. parasit. Crust.*, Zeitsch. f. wiss. Zool. Vol. XIX. 1869.

nome di *L. elongatus* ed il *L. albens*, non veduta dal Buchholz, quantunque sia abbondantissima nella *Ciona intestinalis*, ed in altre Ascidie di acque poco profonde. Intanto qualche tempo già prima del Thorell, il Leydig (1), aveva pubblicato un'incompleta descrizione di un crostaceo, che egli avea trovato parassito su di una doride, e quindi avea denominato *Doridicola;* ma il Claus, studiando più tardi lo stesso animale, riconobbe in esso le forme di un vero *Lichomolgus*. Ed un vero *Lichomolgus* il Claus vedeva pure nel crostaceo, che già altre volte era a lui servito per fondare il genere *Sepicola*, e che più tardi, appunto per tal ragione, denominò *L. sepicola*. Sparivano così dalle tavole sistematiche degli Ergasilidi due generi: *Doridicola* e *Sepicola*, ed i Copepodi, indicati con quei nomi, venivano ad ingrossare il numero delle specie del gen. *Lichomolgus*. Deve sparire forse ancora, e per la stessa ragione, a quanto sembra da certe osservazioni del Claus, anche l'altro gen. *Eolidicola* Sars, essendo che probabilmente non si tratta se non di un'altra specie del genere in esame; nè credo che andrebbe molto lungi dal vero chi affermasse che sono specie del gen. *Lichomolgus* anche i Copepodi su cui lo stesso M. Sars fondava i suoi tre generi *Terebellicola*, *Sabelliphilus* e *Chonephilus*. Veramente la mancanza di disegni, e di una descrizione esatta degli animali in questione, sopratutto perciò che riguarda gli organi boccali, come da una parte non darà mai ad alcuno il dritto d'indicare con uno di questi nomi un copepodo qualunque, così vieterà pur sempre di stabilire un'identità fra essi ed il gen. *Lichomolgus* Thor.

Non è raro nel nostro golfo di Napoli lo *Spirographis Spallanzanii*, un elegante sabellide, che trovasi così nelle acque del porto, come in quelle più profonde della *Secca*, da cui vien portato fuori dalle reti a strascico. Nell'uno e nell'altro caso, ma molto più abbondantemente negli individui provenienti dalle acque profonde, la superficie ventrale di questi anellidi, ricca di vasellini sanguigni, è tormentata da un piccolo copepodo parassita. Il primo che siasi occupato di questo minuto crostaceo fu il Claparède nel 1870, che, riferitolo al genere *Sabelliphilus* Sars, e consideratolo come nuova specie, gli diede il nome di *S. Sarsii* (2). Le descrizioni del zoologo ginevrino, quantunque esatte in certi punti, lasciarono, del resto, non poco a desiderare, anche perchè furono causa che il suo autore stabilisse sulle classificazioni dei Copepodi certe considerazioni generali, che diedero occasione al Claus di ripetere in Napoli le osservazioni su questo crostaceo. Il Claus (3) diede una breve descrizione dell'animale in questione, e vari disegni, nei quali corresse parecchie delle inesattezze contenute nella pubblicazione del Claparède, ma alcune altre non vide, e sopratutto non si rese ben conto delle parti boccali; onde, non ostante l'evidente somiglianza di forma delle altre parti del corpo con gli altri *Lichomolgus*, somiglianza da lui riconosciuta, ed in più punti di questa e di altre sue pubblicazioni affermata, credette giustificata l'opinione del suo predecessore di fare del parassita dello *Spirographis* non un *Lichomolgus*, ma un *Sabelliphilus*. Dopo del Claus si è occupato di questo minuto copepodo anche

(1) Leydig, *Zool. Notizen. Neuer Schmarotzerkrebs auf einem Weichthiere.* Zeitsch. f. wiss. Zool. Vol. IV. 1853.

(2) Claparède, *Note sur les Crust. copép. paras. d. Annél., et descr. du Sabelliphilus Sarsii.* Ann. sc. nat. V. sér. XIII. 1870.

(3) Claus, *Ueber Sabelliphilus Sarsii, und das Männchen derselben.* Z. f. wiss. Zool. XXVI. 1876.

il Kossmann (1), che a sua volta, ha voluto correggere il Claus, ed infatti ha ben corretto in alcuni punti; ma in generale le figure da lui date lasciano molto a desiderare dal lato dell'esattezza.

Sette generi adunque, *Lichomolgus, Doridicola, Sepicola, Sabelliphilus, Terebellicola, Eolidicola, Chonephilus* si debbono, se ben si consideri, forse fondere tutti insieme in un solo genere: *Lichomolgus*, e questo per i suoi caratteri deve nei quadri sistematici essere collocato nella famiglia dei Coriceidi, immediatamente dopo il gen. *Pachysoma*, prima, e certo con maggior ragione di quei generi, in cui mancano alcune parti boccali, e quindi se non della *Saphirinella*, cui la comunanza di altri caratteri avvicina al gen. *Saphirina*, almeno del gen. *Monstrilla*. Circa agli altri generi compresi nel gruppo degli Ergasilidi pure è avvenuta qualche riduzione, in quanto che il gen. *Thersites* è forse lo stesso del gen. *Ergasilus*, ed il gen. *Bomolochus* è analogo all'*Eucanthus* (2). E gli *Ergasilus* ed i *Bomolochus* presentano per gli organi boccali, e pel resto della loro organizzazione tanta analogia con i Coriceidi che non si può fare a meno di riunirli insieme. Il Claus propone tante distinte famiglie: Licomolgidi, Bomolochidi, Ergasilidi, veramente non so con quanta ragione, egli che ammette in un sol gruppo Copepodi di forme così differenti, come sono quelli dei gen. *Corycaeus, Saphirina, Pachysoma, Monstrilla*. Certo, una famiglia che si chiamasse Saffirinidi, o Monstrillidi, sarebbe assai più giustificata di una famiglia dei Licomolgidi, separata da quella dei Coriceidi, in cui sarebbe compreso il gen. *Pachysoma* ed il gen. *Lubbockia*. Si potrebbe forse di ogni genere fare una famiglia a parte; ma questo sarebbe semplicemente cambiare nome alla questione non risolverla.

Il Kossmann (3) nega alla forma delle parti boccali un valore nelle classificazioni, allegando la presenza o mancanza di esse in animali affini, per es. nei gen. *Saphirina* e *Saphirinella*, ed il loro variare in ispecie dello stesso genere. Quest'ultimo caso si troverebbe per es. fra le specie del gen. *Lichomolgus*, dove il *L. forficula*, presenterebbe, secondo il Thorell, un prolungamento del labbro superiore, che accennerebbe ad un principio di formazione di sifone, e quindi un passaggio alla condizione degli organi boccali dei veri Sifonostomi. Or quanto valga la prima ragione io non so vedere dal momento, che fatti analoghi si osservano ad ogni pie' sospinto, e non solo negli animali, ma anche nelle piante. È il complesso dell'organizzazione, siccome è noto ad ognuno, e non questo o quell'organo, e tanto meno l'abitudine più o meno parassitaria, come propone il Kossmann, quello che deve determinare il posto di un essere organizzato nei quadri sistematici. D'altra parte il labbro superiore del *L. forficula* (specie, che, come ho detto, vive nelle Ascidie semplici del golfo di Napoli, e sopratutto nella *Phallusia mammillata* e *mentula*) è una lamina semplice a contorno circolare, e leggermente incavato nella parte media e posteriore, che si arresta, come in tutti gli altri *Lichomolgus*, a livello della metà delle mandibole. Quello che il Thorell descrive e disegna come *canaliculus oris* è probabilmente non altro che il tratto nervoso che si avvia verso l'occhio.

(1) Kossmann, *Reise n. d. Rothen Meer*. Entomostraca 1877.

(2) Claus, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXV.

(3) Kossmann, *Ueber Clausidium testudo, e. neuen Cop. nebst Bemerk. ü. d. Syst. d. halbparas. Copep.* Verhandl. d. phys. med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. VII. Bd.

Alla serie dei Coriceidi parassiti già noti, io debbo aggiungere ancora cinque nuove forme, tre delle quali si riferiscono al gen. *Lichomolgus*, e le altre due per la condizione particolare degli organi boccali, debbono essere riunite in un nuovo genere: *Anthessius*. Dei tre nuovi Licomolgi, uno fu trovato sopra l'*Actinia concentrica*, var. *viridis*, il secondo sullo *Pteroides spinulosus*, il terzo sulla *Chromodoris elegans*. Con essi il numero delle specie di *Lichomolgus* finora conosciute (ammesso che siano *Lichomolgus* i Copepodi suddetti, descritti dal Sars), ammonta a tredici, cioè due viventi sui Celenterati (*L. Actiniae, L. Pteroidis*), quattro sui Molluschi (*L. Doridicola, L. Chromodoridis, L. Eolidicola, L. Sepicola*), tre sui Vermi (*L. Sabelliphilus, L. Sarsii, L. Terebellicola*), e quattro nei Tunicati (*L. albens, L. forficula, L. furcillatus, L. marginatus*). Intanto credo necessario dare prima di tutto un'esatta descrizione del *L. Sarsii* (*Sabelliphilus Sarsii* Clap.), così delle parti esterne, come delle interne, e ciò varrà a rettificare parecchie inesattezze in cui corsero il Claparède ed il Claus, ed a rendere ancora più evidente l'analogia fra i *Lichomolgus* e gli altri Coriceidi.

Lichomolgus Sarsii Claparède.

Fig. 1-26.

Le *dimensioni* del corpo di questo parassita sono: lunghezza mm. 1,2 nella femmina, e mm. 0,9 nel maschio, misurata dalla parte anteriore del rostro frontale alla estremità delle appendici della furca caudale, escluse le setole; larghezza massima, a livello del 1.° zoonite toracico, mm. 0,5 nella femmina, mm. 0,27 nel maschio.

La *forma* ricorda moltissimo il gen. *Pachysoma*, ossia che è abbastanza somigliante a quella che si può avere dalla sezione longitudinale di una pera, risultando appunto di una parte anteriore ellissoidale, più larga nella femmina, più stretta nel maschio, costituita dagli zooniti del capo, e di porzione del torace, e da una parte posteriore allungata, assottigliata, formata dai rimanenti zooniti toracici, e da quelli dell'addome. Invece la spessezza è minima, essendo il corpo molto depresso, così da non meritare punto il crostaceo in esame, anche per questa circostanza, di essere ascritto al genere *Sabelliphilus*, a cui il Sars assegna il carattere: *corpus subteres*.

Il *numero degli anelli*, di cui è composto il corpo, non contando le appendici della furca, nella femmina è di undici, e nel maschio di dodici. Il *capo* propriamente detto, nonostante le affermazioni in contrario del Kossmann, è ben distinto dal torace; anzi, analogamente a quello che si vede in alcuni Pontellidi, per es. nei generi *Irenaeus* e *Calanops*, esso è formato di due segmenti assai ben distinti, così nella parte dorsale, come nella ventrale, da una speciale articolazione, o linea di separazione. Di questa non si trova fatto cenno, dal Kossmann, e nemmeno dal Claparède o dal Claus, i quali due ultimi invece asseriscono espressamente che il capo risulta di un sol segmento. Al segmento anteriore appartengono le due paia di antenne, al posteriore le parti boccali. Il torace consta, al solito, di sei segmenti ben separati: il primo più largo di tutti, eguale per lunghezza al secondo segmento cefalico; gli altri che vanno diminuendo di larghezza abbastanza rapidamente fino al quinto, il più sottile di tutti, somigliante quasi ad un peduncolo che unisca le due parti del corpo. Finalmente l'ultimo segmento toracico (1.° addominale del Claus) è molto rigonfio, particolarmente

nel maschio, in cui è libero interamente e distinto dai due segmenti vicini, mentre che nella femmina è saldato col primo segmento addominale, lasciando del resto tracce evidenti della prima divisione (1). L'*addome* consta di quattro segmenti press'a poco delle stesse dimensioni. Siccome si è già detto, nella femmina il primo segmento addominale è fuso con l'ultimo toracico; per contrario, nei maschi tutti i segmenti sono liberi.

Il segmento anteriore cefalico si continua in un *rostro* (fig. 17), che si ripiega nella parte inferiore, dirigendo indietro la sua punta biforcata. Le dimensioni, e, fino ad un certo punto, anche la forma di quest'organo variano nei due sessi, essendo nella femmina relativamente più allungato che nel maschio, nel quale (fig. 18) le due punte, abbastanza corte, sono ancora più divergenti. L'ultimo segmento addominale (fig. 15) porta le *appendici* della furca, poco più lunghe del segmento medesimo, fornite ciascuna di sei setole non ciliate, variamente lunghe, e poste a diverso livello.

Le *antenne del primo paio* (fig. 3) constano di sette articoli, di cui i primi due sono i più grossi ed i più larghi; il terzo è brevissimo, il quarto ed il quinto sono cilindroidei, di mediocre lunghezza; il sesto è pure cilindroideo, ma breve; ed il settimo, o terminale, è corto. Le setole occupano quasi tutte il lato convesso dell'antenna, e sono in numero costante, trovandosene tre brevi sul primo segmento, nove nel secondo, di cui la settima si rende notabile per la sua maggiore lunghezza; due sul terzo. Il quarto ha tre setole, di cui due più lunghe, ed una, la media, breve. Sul quinto segmento si vedono quattro setole, cioè due sul margine anteriore, uno sul posteriore ed uno sulla faccia inferiore. Il sesto segmento porta una sola setola, il settimo ne ha cinque. Le *antenne del secondo paio* (fig. 4), molto più robuste di quelle del primo, sono potenti organi di presa, composti di quattro articoli. Breve è l'articolo basilare; lungo circa il doppio è il secondo, munito nella superficie superiore di due o tre e, molto raramente, anche di quattro larghi e forti denti triangolari, disposti in linea obliqua, e rivolti con la punta verso il margine convesso dell'antenna. Una serie di 6-7 denti, come l'afferma e disegna il Kossmann, io non l'ho mai veduta. Il terzo articolo è notevole per un piccolo uncino che porta alla sua estremità distale, nel lato concavo, e per due setole che si trovano dall'un lato e dall'altro dell'uncino. L'ultimo articolo è munito nella sua estremità libera di tre grossi uncini, di cui i due superiori sono più incurvati dell'inferiore. Agli uncini si aggiungono pure due lunghe setole nascenti dall'angolo inferiore. Riguardo a questi uncini merita menzione un fatto speciale della loro costituzione. Tanto il piccolo uncino del terzo segmento, quanto i tre grossi dell'ultimo, osservati a forte ingrandimento si mostrano percorsi nell'interno da un canale, il quale va a terminare dalla parte concava in un forellino (fig. 4*o*)

(1) Io annovero fra i segmenti toracici anche questo sesto segmento, che invece, secondo il Claus, è il primo segmento addominale, e ciò perchè la presenza frequente di rudimenti di piedi del sesto paio in tale parte del corpo rappresenta certamente un carattere anatomico, che accenna ad un'analogia maggiore con i segmenti precedenti, forniti tutti di piedi, anzichè coi segmenti privi affatto di appendici. L'essere talvolta, come nel caso in esame, questo segmento saldato nella femmina col primo dei segmenti posteriori, non costituisce un argomento di molto valore, precisamente come non ha alcuna importanza per confondere il capo col torace il vedere sovente saldati i segmenti cefalici con i primi segmenti del torace.

posto quasi alla punta. Il canale interno ed il foro di uscita farebbero conchiudere subito per un condotto escretore di qualche apparecchio glandolare, che si trovasse nell'interno dell'antenna. Nondimeno per quanta diligenza io abbia potuto adoperare in tale occasione, sia tentando di penetrare con la vista a traverso le poco trasparenti pareti dell'animale vivo, sia eseguendo tagli dell'antenna trattati in tutti i modi possibili della moderna tecnica microscopica, nessuna traccia ho potuto notare nell'interno dell'antenna nè di glandola, nè di condotto escretore. Simili fori si veggono in tutti i Licomolgi (v. fig. 51°), ed anche nelle Saffirine, ma nemmeno in queste ultime si vede alcun condotto escretore, o glandola ben definita.

Gli *organi boccali* (fig. 5) sono in numero completo, ossia vi si trovano il labbro superiore, le mandibole, il labbro inferiore, le mascelle, i piedi mascellari superiori e gl'inferiori. Il *labbro superiore* (fig. 4) è una lamina semicircolare, rivolta col suo margine convesso e libero indietro. Questo margine nella parte media è leggermente incavato, ma, contrariamente a quello che affermano e disegnano il Claparède ed il Claus, non è punto dentato, anzi perfettamente liscio. Similmente non ho veduto punto in esso le « dichtgestellten stiftförmigen Dornen », che sono menzionate dal Kossmann. Le *mandibole* (*md*) hanno una base larga ed un'estremità falciforme, col margine interno dritto seghettato, e con l'esterno fornito verso la parte estrema di alcune setole. La punta (*c*), molto sottile, provveduta di piccoli denti che verso l'estremità dell'organo diventano vere setole, si nasconde sotto del labbro, in guisa che, a guardarla insieme alle altre parti boccali non apparisce con intera chiarezza, e può confondersi con le parti vicine. Per mancanza di una conveniente preparazione con gli aghi, il Claparède non riconobbe la distinzione delle mandibole dal labbro, chè, anzi, ritenne questo formato dal saldamento delle due prime, scambiando i margini dentati delle due mandibole col vero labbro, che è invece distinto e separato, nel modo che di sopra si è detto. Nello stesso errore è caduto il Claus, il quale, pur rimproverando al Claparède la poca esattezza di osservazioni, afferma l'esistenza delle mandibole, ma figura e descrive queste come rappresentate da due « sichelförmigen feinbehaarten Stileten », che poi infine non esistono niente affatto, ovvero debbono essere stati semplicemente le estremità ciliate delle vere antenne. Anche il Kossmann dà una figura inesatta e monca, disegnando un numero di seghettature assai superiore al vero, e non tenendo conto dell'estremità fioccosa. Il *labbro inferiore* (*li*) è rappresentato da una piccola sporgenza poligonale, situata fra le mandibole e le mascelle, con la concavità rivolta in avanti. Le *mascelle* (*ms*) sono piccole, cilindroidee, terminate da due brevi ma forti setole. I *piedi mascellari del primo* e *del secondo paio* sono stati male rappresentati dal Claparède, ed anche inesattamente dal Claus e dal Kossmann. Difatti quelli del *primo paio* (*pma*) presentano una base assai dilatata, costituita da una grossa lamina, a cui sono sovrapposte ad embrice altre due più piccole, tutte col margine libero finamente dentato. L'estremità libera del piede è pure, come quelle della mandibola, falciforme, ma è munita di forti spine, di cui le posteriori sono più grandi delle anteriori. In generale si contano sette di queste spine grandi, e due o tre di quelle piccolissime della punta. Oltre a ciò bisogna aggiungere che alla base di quest'estremità del piede mascellare esiste una lunga setola ciliata, che ben si potrebbe paragonare ad un palpo. I piedi mascellari del *secondo paio* variano secondo che si tratta del

maschio o della femmina, risultando nondimeno sempre nell'un caso e nell'altro di tre articoli. Nel maschio (fig. 7) sono più grandi che nella femmina (fig. 8), e funzionano da validi organi di presa. I primi due articoli sono eguali, ovoidi, il terzo è più piccolo con due uncini, uno abbastanza tenue, l'altro molto potente, eguale per lunghezza al secondo ed al terzo segmento presi insieme. Sul secondo segmento è notabile una piccola setola, che corrisponde ad un prolungamento uncinato dello stesso segmento del piede mascellare della femmina. In questa, ciascuno dei piedi mascellari del secondo paio ha il primo articolo basilare abbastanza grosso, di mediocre grossezza gli altri due, i quali formano nell'insieme una chela didattile, essendo che il secondo è largo e termina da un lato in un prolungamento, quasi dito, armato di uncino ricurvo, e l'altro, sottile, piccolo, digitiforme, anch'esso armato di due uncini, può ripiegarsi contro il prolungamento dell'articolo precedente,

Piedi. Secondo che si vede nella maggior parte dei Copepodi, i piedi di questo parassito sono al numero di sei paia, quattro bene sviluppati, uno ridotto ad un piccolo moncone, ed il sesto rappresentato da brevi tubercoli. In quanto ai primi basterà notare, come risultino tutti indistintamente (non esclusi quelli del quarto paio) di una parte basilare biarticolata, e di due rami triarticolati, muniti di uncini e di setole ciliate. Ambedue gli articoli della base sono forniti di una setola ciliata, ma il primo ha la setola dal lato interno, il secondo dal lato esterno. Nè mancherò di aggiungere un'altra particolarità, che riguarda il secondo articolo del ramo esterno delle prime tre paia, la quale è questa, che tale articolo presenta un articolo terminato da una punta bifida, costante in tutti i parassiti, maschi o femmine, osservati sopra la superficie ventrale dello *Spirographis,* laddove manca invece in altri che vivono esclusivamente sulle branchie. Inesatta è la figura che il Claparède dà del quarto piede; molto più inesatta è ancora quella data dal Kossmann. I piedi del *quinto paio* sono rudimentali, ridotti ad un piccolo tubercolo, terminati da due setole d'ineguale lunghezza. Oltre a ciò bisogna ancora ricordare una setola che si vede costantemente presso all'inserzione del tubercolo in esame, rappresentante in un certo modo altre parti mancanti, o meglio corrispondente alla setola basilare esterna degli altri piedi, e quindi indicante che il tubercolo del quinto piede, è il ramo esterno residuale. Più rudimentali sono i piedi del *sesto paio* (fig. 13 e 14), varî pure secondi i sessi, ma sempre bramosi. Nel maschio trovansi ciascuno in rapporto intimo con l'orificio del deferente di quel lato, onde si vede situato all'angolo esterno del segmento genitale, rappresentato da due tubercoli, muniti ognuno di una setola. Nella femmina esistono pure due tubercoli, armati di una forte setola terminale, e nascosti quasi interamente nell'atrio genitale.

Sistema nervoso. Molto difficile riesce lo studio delle parti interne di questo parassito; difficilissimo è quello del sistema nervoso a cagione della poca trasparenza dei comuni tegumenti, e della poca virtù conservatrice posseduta dai varî liquidi di preparazione. Senza stare qui a fare la lunga storia dei tentativi male riusciti, dirò che i migliori risultati sono stati da me ottenuti con l'acido picrico-solforico, e con l'ematossilina. Facendo dei tagli longitudinali (fig. 16) di animali così preparati, si vede come il sistema nervoso centrale (*ma*) sia per lo più strettamente aderente alla parete ventrale, e come non lasci distinguere gangli separati. Invece questi sono tutti fusi

in una massa sola, allungata, fusiforme, la quale si estende per circa due terzi del capo ed un terzo del torace, ed è notevole per la spessezza, meglio visibile nelle sezioni trasversali. Per tal modo si vede che questo cordone in certi punti, per es. a livello dell'esofago, giunge ad eguagliare circa il quarto di tutta la spessezza del segmento, ed inoltre presenta una specie di solcatura lungo la parte superiore, rappresentante senza dubbio della bipartizione del sistema nervoso di altri animali.

Da questa massa centrale parte in avanti (fig. 21) un prolungamento, il quale si dirige verso l'occhio, per accoglierlo su di una sua dilatazione. Dai lati di questo rigonfiamento partono quattro rami (*naa, nap*) destinati alle antenne del primo e del secondo paio. Nella parte posteriore si veggono i rami per i piedi natatorî.

Organi di senso. Come organi di *olfatto* e di *tatto,* e forse anche di altro senso, si possono considerare le setole del secondo segmento delle antenne del primo paio. Queste setole difatti presentano la condizione anatomica speciale non comune ad altri Licomolgi, nè alle Saffirine, di fare continuazione diretta con particolari cellule allungate, fusiformi, nucleate (fig. 3*a*), le quali con l'altro lato si continuano con i filamenti nervosi del ramo antennale (*n*). Sono pure organi di tatto alcuni peli sottili e brevi, che si veggono situati sopra piccoli pori, da cui è attraversata la pelle in varî punti, specialmente nel rostro (fig. 17*p*), ed ai margini dei zooniti cefalici. Sotto di questi pori sono speciali gruppi di cellule nucleate (*gl*), di cui nondimeno, per la mancanza di sufficiente trasparenza delle parti, non riesce possibile constatare gl'intimi rapporti con le setole, con i pori, e con i filamenti nervosi. Stando alle molteplici e ripetute analogie dei *Lichomolgus* con le Saffirine e con le Copilie non è improbabile il sospettare che anche qui si tratti, come nel caso ora citato (1), di cellule e setole nervose. E che ciò sia vero viene dimostrato ancora dall'esame microscopico della pelle di altri *Lichomolgus* più trasparenti, e propriamente di due delle nuove specie da me trovate *L. Actiniae*, e *L. Pteroidis*. Nella prima difatti si veggono glandole e gruppi di cellule nervose, oltre che nei margini più trasparenti del corpo, anche nelle appendici della furca, le quali anzi ne sono tanto ripiene, che appariscono come una massa sola di cellule. Ogni gruppo ha forma di un follicolo sferoidale, che comunica con l'esterno per mezzo di uno dei pori cutanei, ed è costituito da una membrana involgente e da un certo numero (5-6) di cellule a contenuto granuloso. Più evidente ancora è l'analogia del *L. Pteroidis* con le Saffirine, giacchè, come in queste ultime, anche nel primo (fig. 33, *gl*) la parete superficiale del dorso è attraversata da una ricca rete nervosa, i cui rami finiscono in glandole simili a quelle del *L. Actiniae*, e poste nel medesimo rapporto con i pori cutanei. Qualcuna di tali glandole è pure unicellulare.

L'organo della *vista* (fig. 21) è rappresentato da un *occhio* impari non veduto dal Claparède, ma notato dal Claus. Giace immediatamente sotto della pelle, e risulta di tre lenti cristalline sferoidali, rivestite in parte da pigmento rosso, e piantate sopra della speciale espansione nervosa, di cui sopra si è detto. Di queste tre lenti due sono superiori, e sono quelle che più facilmente si possono vedere dall'esterno; la terza, inferiore, non si vede bene se non nelle sezioni.

(1) Haeckel, l. c.

Apparecchio digerente. L'*orificio boccale* (fig. 23 *b*) è una fenditura ellissoida , contorni irregolari, munita di una cornice chitinosa, dalla quale vedonsi partire cinque prolungamenti, quasi legamenti, che si vanno a mano a mano allargando e disperdendo nei punti di attacco alle parti chitinose vicine. Di questi legamenti uno è anteriore (*la*), e s'unisce alla base del rostro, due laterali (*ll*) vanno alla cornice chitinosa delle antenne del secondo paio, ed i due ultimi (*li*), dirigendosi posteriormente, terminano alle basi dei piedi mascellari del secondo paio. Inoltre sulla cornice chitinosa voggonsi due punti più oscuri (*a*), il cui significato mi rimase ignoto. Segue all'orificio boccale un *esofago* (fig. 16 *es*), breve, e sottile, il quale, dopo di avere attraversato la massa nervosa centrale nella sua più grande spessezza, sbocca poi nel vastissimo stomaco (*st*). Il Claparède dice striate le pareti dell'esofago, che invece sono affatto lisce, mentre che dal disegno che accompagna la sua descrizione sembra che si possa dedurre che egli abbia considerato come pareti dell' esofago le setole delle estremità delle due mandibole. Lo *stomaco* (*st*) ha la forma di un semplice sacco conico, ma è molto ampio, occupando quasi due terzi di tutto il corpo del parassito, ed estendendosi molto in avanti nei segmenti cefalici, fin quasi presso all'occhio, e restringendosi gradatamente negli zooniti toracici, e poi nell'addome. Divenuto ormai vero *intestino* (*i*) cilindrico si dirige all' ultimo segmento del corpo, dove si trova l'*ano* nella faccia dorsale, protetto da una lamina (fig. 15 *la*) a guisa di valvola quadrangolare. Tutto il canale digerente è in continui movimenti, che giovano alla circolazione degli umori interstiziali, e sono prodotti da numerosi filamenti muscolari che uniscono le pareti di questo canale con le pareti chitinose del corpo. Tutto il canale è poi rivestito internamente da uno strato di cellule (fig. 16 *ep*) assai leggermente attaccate alla parete, ed uniformi in tutto il corso del tubo in esame.

Circolazione e *respirazione.* Manca assolutamente ogni traccia di organi speciali destinati alla circolazione ed alla respirazione. S'intende che, siccome si è già detto, il movimento dei liquidi interstiziali viene agevolato dalle continue contrazioni del tubo digerente; e che lo scambio dei gas per la respirazione possa facilmente aver luogo attraverso la sottilissima pelle.

Apparecchio riproduttore. Anche l'apparecchio riproduttore presenta nel parassito in esame, come il sistema nervoso, gravi difficoltà di osservazione. Così per es. circa all' *apparecchio riproduttore maschile* non riesce di stabilire la parte glandolare, mentre che è facile vedere nell'animale vivo i due *deferenti* (fig. 2 *d*). Di questi ciascuno comincia con una parte molto dilatata, in forma di sacco cilindrico, e dal quarto zoonite toracico si dirige in avanti fino al secondo cefalico o primo toracico, poi si ripiega indietro, dove ritorna molto più sottile e si dirige al segmento genitale. In questo si dilata di nuovo, ed accoglie nella dilatazione lo spermatoforo (fig. 2 *sp*), costituito al solito delle note tre parti: sperma (fig. 24 *sp*), materia glutinosa (*gl*), e materia di espulsione (*e*). Ma, si limitano le cose in questi termini, ovvero trovasi anche una glandola spermatica mediana, da cui poi partano i due deferenti? Il Wierzejski (1) nella sua descrizione anatomica del *Lichomolgus Sepicola* ritiene senz'altro la duplicità degli organi sessuali, che, secondo lui, sarebbero assai semplicemente costruiti. Invece,

(1) Wierzejski, *Ueber Schmarotzerkrebse v. Cephalopoden.* Z. f. wiss. Zool. XXIX. 1877.

stando alle analogie che questo parassito dello *Spirographis* ha con i Coriceidi, e specialmente con la *Copilia*, e tenendo conto pure dell' unicità della glandola sessuale femminile, di cui si dirà in seguito, la glandola spermatica unica dovrebbe esistere. Sventuratamente i maschi del copepodo in questione sono abbastanza scarsi, ed i metodi di preparazione tentati su di essi non hanno dato alcun risultato certo. Così pure non ho potuto determinare se sia giustificato nel caso presente l'asserzione del Gruber circa alle anse dei deferenti (1).

In quanto allo *sperma*, noterò come la forma degli elementi spermatici sia quella di due filamenti o flagelli di diversa lunghezza, uniti insieme per mezzo di un corpicciuolo sferico (fig. 25). Questi filamenti, cacciati fuori dagli spermatofori per mezzo della pressione, si muovono assai lentamente.

L'*apparecchio femminile* (fig. 22) presenta una grande somiglianza con quello del gen. *Pachysoma*, constando di una *glandola ovarica*, due *ovidutti*, e di una *borsa spermatica*. La *glandola ovarica* (*ov*) trovasi al disopra dello stomaco, nella linea mediana, immediatamente sotto della pelle, nel primo segmento toracico, ed ha una forma di piramide triangolare, diretta con la base in avanti e con l'apice indietro, insinuato con uno dei suoi spigoli fra i due ovidutti laterali. Questi (*ov*) sono molto sviluppati e sopratutto molto ramificati, estendendosi i rami in tutto il corpo, e fin nelle parti estreme del primo segmento cefalico. Le *aperture genitali esterne* situate nelle parti laterali, ma un poco più verso la faccia dorsale, hanno forma triangolare. Del resto ciascuno di questi orificî (fig. 13) è un organo complesso, una specie di atrio, in cui sboccano l'ovidutto (*ov*), ed il ramo del lato corrispondente del serbatoio spermatico (*ots*), ed in cui sono pure impiantati i rudimenti dei piedi del sesto paio (*p*). Uno speciale muscolo flabelliforme, attaccato al margine chitinoso dell' apertura di quest'atrio genitale, giova a dilatarla nel passaggio delle uova. Il *serbatoio spermatico* (fig. 16 e 22 *ts*) è molto sviluppato, e notevole per la sua forma di pera a collo molto allungato. La parte rigonfia col suo fondo cieco raggiunge quasi la metà del primo segmento toracico; il collo, assottigliandosi per gradi, procede unico fin presso al primo segmento addominale, dove si vede biforcato. Di qui ciascun ramo (*r*), dirigendosi obliquamente verso le parti esterne, si dilata ampiamente in un serbatoio sferoidale (*s*), il quale sbocca a sua volta all'esterno, per mezzo di un altro sottile canaletto (*m*) aperto al disotto dell'orificio dell'ovidutto.

Appunto all'apertura di questo canaletto avviene talora di vedere fissati gli *spermatofori* del maschio. Come nei *Lichomolgus* delle Ascidie così pure in questo dello *Spirographis* ed in quello dell' *Actinia concentrica* gli spermatofori (fig. 31*sp*) sono ovoidi ed hanno un'estremità assottigliata, a cui segue una specie di peduncolo filiforme, che si unisce a quelle dello spermatoforo compagno, rimanendo così attaccati insieme per un filamento unico, canaliculato, che è quello che giunge fino allo sbocco del serbatoio spermatico.

Le *uova* sono di dimensioni abbastanza considerevoli, non tanto però quanto sembrerebbe dalle figure del Claparède; e presentano tutte le parti essenziali bene sviluppate. Partorite sono riunite in due masse cilindroidee, della lunghezza in

(1) Gruber, *Beitr. z. Kenntn. d. Generationsorgane d. freilebenden Copep.* Z. f. wiss. Zool. XXXII. 1879.

generale maggiore di mezzo millimetro, così che sorpassano le più lunghe setole della furca. Del resto in serie trasversale spesso se ne veggono non solo tre, come dice il Claparède, ma anche quattro e più (v. fig. 1).

Il *nauplio* (fig. 26), esaminato appena schiuso, ovvero dopo due o tre giorni, termine massimo della sua vita nei bacini di un acquario, non presenta caratteri speciali degni di menzione. La forma del corpo, il numero e la forma dei piedi e delle singole loro parti, nonchè delle setole, è in generale quello tipico, come si trova negli Harpactidi e nei Calanidi, ed in molti altri Copepodi. Il corpo è abbastanza allungato, leggermente ristretto verso il mezzo. Gli arti del *primo* paio sono semplici, biarticolati, ed hanno tre setole nell'ultimo articolo, ed una all'estremità del primo. Negli arti del *secondo* paio si distinguono una base e due rami; la base risultante di un solo articolo, con un'appendice rivolta indietro ed indentro, ed armata di un forte uncino; i rami inuguali per lunghezza e numero di articoli, essendo l'interno più corto e biarticolati, fornito di quattro setole nel secondo articolo e tre nel primo, e l'esterno composto di cinque articoli, ciascuno provveduto di una setola. Gli arti del *terzo paio* ripetono press' a poco la forma di quelli del secondo, poichè al pari di questi composti di una parte basilare, fornita di un'appendice, e di due rami inuguali, uno, l'interno, uniarticolato, l'altro, l'esterno, quadriarticolato. In quanto a numero di setole se ne notano due sull'appendice della porzione basilare, quattro nel ramo interno, poste alla parte estrema dell'articolo, e quattro nel ramo esterno, una al lato esterno di ciascun articolo. Finalmente si notano al solito le due setole inserite nella faccia inferiore, presso alla parte estrema del corpo, ciascuna all' apice di un piccolo tubercolo. Nessuna delle setole del nauplio di questo copepodo è ciliata.

L'organizzazione interna non si allontana dalle regole ordinarie. Vi è un occhio unico mediano (*o*), composto di due lenti cristalline, rivestite in parte di pigmento; vi sono grossi muscoli (*m*), che occupano grandissima parte del corpo, e servono a muovere gli arti; e finalmente noterò il sistema digerente, composto di un semplice tubo dritto dall'orificio boccale all'anale, di calibro non uniforme, con una certa dilatazione poco dopo la bocca, ed un leggiero rigonfiamento a pareti più oscure (*gr*), poco prima dell'orificio anale.

Una varietà particolare, che potrebbe distinguersi col nome di *L. Sarsii*, var. *branchialis*, trovasi fissa qualche volta sui filamenti del fiocco branchiale dell'ospite, e giammai sulla faccia ventrale, come la forma tipica di sopra descritta. La conformazione del corpo di questa varietà è simile a quella dell'altra, sebbene alquanto meno depressa e più allungata. Le dimensioni sono: lunghezza mm. due, larghezza massima mezzo millimetro. Le antenne non fanno notare altre differenze da quelle del *L. Sarsii*, varietà tipica, se non le dimensioni maggiori, ed un numero più grande di grossi denti sul secondo articolo delle antenne del secondo paio. Le parti boccali non presentano differenze degne di nota, e così pure i piedi, se se ne eccettua la differenza già altrove notata del non aver bifida, ma semplice, la punta all'angolo interno del secondo articolo appartenenti al ramo esterno delle prime tre paia.

Viene ora la questione: dobbiamo fare del parassito dello *Spirographis* un genere a parte, ovvero considerarlo semplicemente come una specie del gen. *Lichomolgus?*

Se si paragonano gli organi così interni come esterni del crostaceo in esame, con quelli di tutte le altre specie di *L.*, tanto delle ascidicole, quanto delle altre parassite di Molluschi e di Antozoi, appare evidente che le sole differenze meritevoli di menzione fra le due forme, si trovano: 1° nell'articolo interno dei piedi del quarto paio, biarticolato negli altri *L.*, ed invece triarticolato nel parassito ora descritto, e, 2° in uno sviluppo maggiore del rostro. Il numero degli articoli delle antenne non presenta alcuna differenza, essendo in tutti i *L.* da me esaminati, non escluso il *L. forficula* Th. ed il *L. albens* Th., di sette in quelle del primo paio, e di quattro in quelle del secondo. Come è chiaro qui non si tratta che di apprezzamento, ed il mio parere è che non bisogna moltiplicare i generi senza necessità.

Lichomolgus Actiniae n. sp.

Fig. 27-32.

Femmina. Lunghezza mm. 1-9, largh. mm. 0,7. Capo formato di un sol pezzo e distinto dal torace, il quale risulta di sei segmenti, ed ha il sesto segmento saldato col primo dell'addome. Il primo segmento toracico è non solo il più largo di tutti, ma anche il più lungo; gli altri vanno diminuendo per lunghezza e larghezza fino al quinto, che è il più stretto, quantunque abbia la stessa altezza del quarto; il segmento genitale è rigonfio mediocremente. I segmenti addominali sono di altezza eguale fra loro, e press'a poco anche con le appendici della furca, ciascuna delle quali ha quattro setole ciliate (le inferiori), e due semplici (le superiori).

Le *antenne* del *primo* paio sono notevoli per la lunghezza quasi eguale di sei dei sette segmenti di cui sono composte. Il terzo è al solito, molto breve. Le antenne del *secondo paio*, hanno tre segmenti di eguale lunghezza e sviluppo (il primo, il secondo, ed il quarto); il terzo è molto breve. Il quarto segmento, alquanto arcuato, presenta due uncini, poco sviluppati, e quattro setole, di cui due molto piccole; il terzo segmento porta tre setole; il secondo ed il primo una per ciascuno.

Le *mandibole* (fig. 27 *md*) sono rappresentate da lamine falciformi abbastanza larghe, con la superficie inferiore ineguale per una prominenza mediana longitudinale, che corre per un certo tratto della faccia medesima. Il margine interno è sottilmente dentellato; il margine esterno presenta un angolo sporgente, munito nel suo lato anteriore di forti setole. In queste mandibole notasi pure nell'angolo posteriore un rudimento di palpo (*pmd*) rappresentato da una setola ciliata nel suo margine anteriore. Le *mascelle* (*ms*) sono relativamente molto sviluppate, quantunque presentino sempre la forma di stiletti. Portano quattro setole, di cui due sono poste all'estremità libera e due sulla faccia inferiore. I *piedi mascellari del primo paio* (*pma*) sono notabili per la loro incurvatura, e per le numerose e fini dentellature di cui è armato il margine convesso. L'appendice triangolare (*ppm*), ciliata sul lato interno, è abbastanza grossa. Oltre a ciò si deve far menzione di una piccola setola posta sulla faccia inferiore. Nei *piedi mascellari del secondo paio* è notevole pel suo sviluppo il terzo articolo.

Circa ai *piedi ambulatorî* delle prime quattro paia, non vi è alcun carattere che meriti di essere specialmente ricordato. Il quarto paio (fig. 30), come si è detto, ha il ramo interno biarticolato. Quelli del quinto sono abbastanza sviluppati, ma molto semplici, curvi, e forniti semplicemente di due corte setole all'estremo libero.

Maschio. Il maschio (fig. 32) è poco più piccolo della femmina, avendo la lunghezza di mm. 1,5, e la larghezza di mm. 0,6. Il segmento genitale, distinto dal primo addominale, è mediocremente sviluppato. I piedi mascellari del secondo paio (fig. 29), molto potenti, presentano la faccia interna del secondo articolo munita di una serie mediana di spine, accolta in un solco, sui margini del quale esistono due setole. Gli altri organi esterni sono assolutamente eguali con quelli della femmina.

Attraverso le pareti del dorso trasparisce il tubo digerente, il quale presenta il carattere particolare di avere, a differenza dei Licomolghi ascidicoli e del *L. Sarsii*, lo stomaco fornito nelle parti laterali di due ampie dilatazioni a guisa di braccia di croce. Il ramo anteriore giunge molto avanti, e copre così l'occhio, in guisa che a prima giunta, a guardarlo dal dorso, l'animale sembra cieco. Ma invece un occhio molto bene sviluppato, con le tre lenti coperte in parte di pigmento rosso, vedesi guardando il copepodo dalla faccia inferiore.

Nell'ultimo fasc. degli Annals and Magazine of Natural History (Dec. 1879 pag. 458), si trova la descrizione di un nuovo copepodo, che l'A., Henry N. Ridley, propone chiamare *Doridicola antheae*, per la somiglianza che ha con la *Doridicola* del Leydig. Lasciando stare da parte che il gen. *Doridicola* dopo il lavoro del Claus accennato di sopra oggi non ha più il dritto di esistere, si notano nella breve descrizione del Ridley parecchie lacune, e caratteri strani che rendono impossibile il riconoscere nel parassito dell'*Anthea* un vero *L. doridicola*. Anche questo copepodo vive su di un'Attinia, e precisamente sull'*Anthea cereus*. L'A. l'ha trovata nel North Devon presso Ilfracombe; io invece, in Napoli, l'ho ricercato inutilmente sopra parecchi individui della suddetta specie di *Anthea*.

Lichomolgus Pteroidis n. sp.

Fig. 33-42.

Questa nuova specie, notevole per la grande sua larghezza in confronto della lunghezza, trovasi parassita sulla superficie del corpo dello *Pteroides spinulosus*. Di solito si veggono insieme femmine adulte e femmine giovani, e maschi. Per la forma generale del corpo il *L. Pteroidis* ha qualche somiglianza con le specie del gen. *Stellicola* fondato dal Kossmann (1).

Femmina adulta. La femmina adulta (fig. 33) è lunga mm. 1,5, ed è larga mm. 1,1. Il capo è saldato col primo segmento toracico, e costituisce un ampio scudo, che nasconde sotto di sè tutti i piedi ambulatorî. Il secondo segmento toracico è alquanto più stretto, il terzo, più stretto ancora del secondo, ma un poco più lungo, copre col suo margine posteriore il quarto ed il quinto segmento toracico, ed in parte anche il sesto o segmento genitale. I segmenti dell'addome sono brevissimi, e tutti insieme rappresentano appena la quindicesima parte della lunghezza del corpo. Il primo segmento addominale è saldato al segmento genitale; il segmento comune risultante ha forma di un ellissoide, con l'asse maggiore trasversale; per la grandezza trovasi intermedio fra l'ampissimo terzo segmento toracico e lo strettissimo secondo addominale. Le appendici

(1) Kossmann, *Reise n. d. Rothen Meer.*

della furca sono brevissime (fig. 38), quanta è la lunghezza del quinto segmento addominale; le setole sono tutte senza ciglia, e le due mediane posteriori sono assai più grosse e sviluppate delle altre.

Le *antenne del primo paio* (fig. 36) sono quasi cilindriche, avendo tutti i sette segmenti press' a poco di eguale grossezza. Il secondo segmento è molto più lungo degli altri, formando esso solo più del terzo dell' intera lunghezza dell'antenna; gli ultimi cinque segmenti sono quasi tutti eguali fra loro, il più lungo è il quarto, il più breve il quinto. Le *antenne del secondo paio* (fig. 37) sono piuttosto deboli. Anche in esse il secondo segmento è molto più lungo degli altri; il secondo è al solito brevissimo. L'estremità terminale del quarto segmento è armato di due piccoli uncini, e munito di piccole setole.

Le *mandibole* (fig. 39 *md*) sono assottigliate, con un'estremità flagelliforme abbastanza lunga, col margine esterno denticulato, e con una setola ciliata palpiforme (*pmd*) molto sviluppata, situata nell'angolo interno e posteriore. Le *mascelle* (*ms*) sono grosse, con setole molto lunghe. I *piedi mascellari del primo paio* (*pma*) presentano denti numerosi e molto acuti, ed una setola palpiforme con ciglia robuste. Nulla di speciale trovasi a notare circa ai piedi mascellari posteriori ed ai piedi ambulatorî delle prime quattro paia. Quelle del quinto sono corti, quasi piramidali, con l'apice rivolto verso il corpo, e fornite di una prominenza o bozza nel lato posteriore.

Femmina giovane. Le femmine giovani (fig. 34) differiscono dalle adulte per le dimensioni minori (lung. mm. 0,9, larg. mm. 0,6), come anche per la forma alquanto più allungata, e per mostrare il limite di divisione fra il capo ed il primo segmento toracico.

Maschio. Il maschio (fig. 35) ha dimensioni ancora minori di quelle della femmina giovane (lungh. mm. 0,8, largh. mm. 0,5), a cui, d'altra parte, si avvicina per la forma del corpo e per la segmentazione. L' uncino del piede mascellare posteriore (fig. 41) misura circa due volte la lunghezza di tutto il secondo segmento antennale. Il segmento genitale è sferoidale, molto gonfio, con spermatofori grandissimi.

Lichomolgus Chromodoridis n. sp.

Fig. 43-48.

Per le forme esterne questa specie ricorda il *L. Doridicola* del Leydig.

Femmina. Le dimensioni sono: lungh. mm. 1,1, largh. mm. 0,6, forma molto analoga al *L. Pteroidis.* Il numero degli anelli è di nove, il primo molto grande formato dal segmento cefalico e dal primo toracico, i quattro segmenti liberi, eguali per altezza, ma di larghezza differenti; il sesto segmento, risultante dalla fusione dell'ultimo toracico e primo addominale, di dimensioni relativamente considerevoli, e formante quasi tutta la coda dell'animale, la quale è intanto completata da altri tre brevissimi anelli. Le appendici della furca (fig. 46) sono molto corte; press' a poco dell'altezza dell'ultimo anello, ed hanno tre setole semplici e tre (quelle del lato posteriore ed interno) ciliate.

Le *antenne del primo paio* (fig. 44) hanno i sette articoli quasi tutti della stessa grossezza, ma non della stessa lunghezza. Più lungo di tutti è il secondo articolo, seguono il quinto ed il quarto, e poi il primo, il terzo, il settimo ed il sesto. Le *antenne del secondo paio* (fig. 45), organi di presa abbastanza validi, sono più robuste, ma alquanto meno

lunghe delle antenne del primo paio. Constano di quattro articoli, di cui il terzo è il più breve di tutti, ed è fornito di un gruppo di tre setole nell'estremità distale. L'estremità libera dell'ultimo articolo porta due uncini non molto potenti e due setole. Un'altra setola si nota pure nel lato interno dell'estremità distale del secondo segmento.

Le *mandibole* (fig. 47*md*) falciformi, ciliate, sono abbastanza deboli, munite della solita appendice palpiforme nel lato posteriore. Le *mascelle* (*ms*) sono semplici stiletti conici, muniti di tre setole, di cui la media è la più lunga. I *piedi mascellari anteriori* (*pma*), falciformi come le mandibole, sono provveduti di una serie di denti spiniformi nel loro margine interno. Nel lato concavo si vede inserita la solita appendice ciliata. I piedi mascellari posteriori, triarticolati, non presentano alcun carattere speciale.

Dei *piedi ambulatorî* le prime tre paia hanno ambedue i rami triarticolati; il quarto paio (fig. 48) ha il ramo interno biarticolato; il quinto paio (fig. 46) rappresentati da un semplice stiletto, sufficientemente allungato, munito di due setole all'estremità libera, e di una piccola bozza nel margine posteriore.

Riguardo all'organizzazione interna conviene ricordare la forma a croce dell'apparecchio digerente, come nelle due specie di *L.* poco fa descritte.

Il *maschio* è ignoto.

Copepodi parassiti dei Molluschi sono stati descritti per i Nudibranchii dal Leydig, dal Claus, dall'Hancock, e per i Cefalopodi del Claus ed ultimamente dal Wierzejski (1); ma nessuno, che io mi sappia, ha riferito di Copepodi in Molluschi della classe dei Lamellibranchii. L'animale, di cui qui appresso segue la descrizione, vive sulla superficie esterna del *Solecurtus strigillatus*, dove è abbastanza comune, sicchè è conosciuto generalmente dai pescatori. Per la forma generale, ed anche per molti caratteri dei singoli organi tanto esterni quanto interni, questo copepodo rassomiglia moltissimo ad un vero *Lichomolgus*, ma ne differisce per la forma speciale delle mandibole e delle mascelle, oltre ad alcune modificazioni di secondaria importanza.

Anthessius n. gen.

Corpo piriforme; segmento genitale rigonfio, libero nel maschio, fuso col seguente nella femmina. Antenne del primo paio 7-articolate, antenne del secondo paio 4-articolate, trasformate in organi di presa e terminate da uncini. *Mandibole somiglianti moltissimo ai piedi mascellari del primo paio dei Lichomolgus, cioè falciformi*, col margine convesso armato di numerosi e forti denti, e con *un'appendice palpiforme, ciliata, inserita nel margine concavo.* Mascelle piuttosto sviluppate, di forma irregolare, imitante grossolanamente uno stivale. Piedi mascellari del primo paio più sottili delle mascelle, armate di poche ma fortissime spine. Piedi mascellari del secondo paio, come nei *Lichomolgus*, cioè triarticolati e varî nei due sessi, piccoli nelle femmine, molto sviluppati nel maschio con grandissimo uncino terminale. Piedi ambulatorî delle prime quattro paia con ambedue i rami triarticolati. Piedi del quinto e sesto paio rudimentali.

(1) Wierzejski, l. c.

Anthessius Solecurti n. sp.

Fig. 49-55.

Femmina (fig. 49). Forma allungata. *Dimensioni*: lunghezza mm. 3, larghezza massima mm. 1. Il numero degli anelli, in cui è diviso il corpo, è di undici; il capo composto di due, il torace di cinque, oltre al segmento genitale riunito al primo segmento addominale, l'addome con tre segmenti liberi. Il capo e il torace, come s'intende dalle dimensioni riferite di sopra, non sono molto larghi. Il segmento cefalico anteriore è triangolare; il secondo segmento cefalico è il più largo; seguono quelli del torace di lunghezza decrescente fino al quinto. Poi il corpo s'ingrossa di nuovo al segmento genitale fuso col primo, a cui seguono altri tre segmenti caudali di uguale larghezza. Esiste il *rostro*, ed è abbastanza largo, ma a punta ottusa. Le *appendici* della furca sono alquanto più lunghe del penultimo anello addominale. Delle sei setole di cui è ciascuna munita, sono ciliate soltanto le due mediane posteriori, che sono anche le più lunghe.

Le *antenne del primo paio* (fig. 51) hanno tutti i sette segmenti cilindroidei, di grossezza che va diminuendo dal primo al settimo. Circa alla lunghezza, il più lungo è il secondo segmento, seguono il quarto, il primo, il quinto, il terzo, il sesto, il settimo. Le setole come nei *Lichomolgus*. Le *antenne del secondo paio* (fig. 51) sono composte di quattro articoli di forma abbastanza irregolare, soprattutto il secondo, che è quasi piramidale. L'estremità libera dell'ultimo articolo porta due setole e tre uncini, notevoli per la loro forma alquanto contorta ad elica. Una setola, ciliata da un sol lato, si trova pure nel lato superiore ed estremo del secondo articolo, ed un'altra sporge dal mezzo del secondo.

Il *labbro superiore* (fig. 52 *ls*) è concavo, quasi rettangolare, coi lati posteriori alquanto prolungati in due appendici libere aguzze (*a*). Le *mandibole* (*md*) hanno una lunga estremità flagelliforme, ciliata. Le *mascelle* (*ms*) presentano due grosse setole dirette posteriormente ed inserite sul margine posteriore; oltre a queste due setole se ne vedono ancora nel margine posteriore altre due piccole; ed esiste pure una serie di ciglia che a guisa di frangia orna appunto parte del medesimo margine posteriore. I *piedi mascellari anteriori* (*pma*) portano cinque spine. L'ultimo articolo dei piedi *mascellari posteriori* (*pmp*) porta due piccole spine.

Nei *piedi ambulatori delle prime quattro paia* notasi molto sviluppata la setola interna del primo articolo basilare, il quale oltre a ciò presenta nel margine esterno tre o quattro dentellature (fig. 54). Simili denti armano pure il margine esterno del primo articolo del ramo esterno. I piedi del quinto paio (fig. 55), uniarticolati, sono di forma irregolare, muniti di piccoli denti in parte del suo contorno, e di quattro grosse setole verso l'estremità libera.

Maschio. Il maschio (fig. 50), alquanto più assottigliato della femmina, misura mm. 2 in lunghezza, e mm. 0,75 nella massima larghezza. Il corpo è diviso in dodici anelli, essendo separati il segmento genitale ed il primo addominale. I piedi mascellari del secondo paio (fig. 53) presentano una serie di piccole spine nella parte distale del margine interno del secondo segmento. Il quale è di forma irregolare, quasi triangolare, avendo il suddetto margine interno diviso in due parti che si uniscono ad angolo. Degli

organi interni quello che occupa dapprima l'attenzione dell'osservatore è l'unico occhio mediano, formato di tre lenti riunite in gruppo, e rivestite in parte di pigmento rosso. L'apparecchio digerente è crociforme, come nei *L. Actiniae, L. Pteroidis,* e *L. Chromodoridis.* L' apparecchio genitale femmineo e maschile presentano gli stessi caratteri del *L. Sarsii.*

Anthessius Pleurobrancheae n. sp.

Fig. 56-58.

Una nuova specie di questo genere, ma certamente molto rara, fu da me trovata una volta sola su di una Pleurobranchea.

La forma e le dimensioni del corpo sono simili a quelle dell'*Anthessius Solecurti*, con cui conviene pure per molti altri caratteri.

Le differenze si trovano nei piedi mascellari, e nei piedi del quinto paio. Il piede mascellare anteriore (fig. 56) termina con una parte allungata, munita nel suo margine interno di dieci forti denti triangolari, disposti in fila come i denti di un pettine. I piedi mascellari posteriori della femmina sono identici a quelli della femmina dell'*A. Solecurti*; ma quelli del maschio (fig. 57) differiscono dall'altra specie, per la forma allungata del secondo articolo, che è pure munito di denti in tutto il margine posteriore. Invece l'uncino non è dentato. I piedi del quinto paio (fig. 58) sono più allungati dell'altro *Anthessius*, e muniti non di spine, ma di setole.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Lichomolgus Sarsii Clap. — Fig. **1.** Femmina con i sacchi ovigeni. — **2.** Maschio (*t*) testicoli; (*d*) deferenti; (*sp*) spermatofori. — **3.** Antenne del 1.° paio. (*a*) cellule sensitive, in continuazione da una parte col nervo antennale (*n*) e dall'altra con le setole tattili. — **4.** Antenne del 2.° paio con i fasci muscolari interni (*m*) dei singoli articoli; (*a*) denti del 2.° articolo; (*c*) orificio di uno degli uncini. — **5.** Parti boccali in sito; (*ls*) labbro superiore; (*li*) labbro inferiore; (*md*) mandibola, che termina in punta sottile (*c*) munita di piccole setole; (*chs*) mascella; (*pma*) piede mascellare anteriore, munito di una setola palpiforme (*ppm*) e di due lamine dentellate imbricate (*ld*). — **6.** Piede mascellare posteriore della femmina — **7.** Piede mascellare posteriore del maschio. — **8. 9. 10. 11. 12.** Piedi ambulatori del 1.°, 2.°, 3.°, 4.° e 5.° paio. — **13.** Apertura genitale femminile con i rudimenti del piede del 6.° paio (*p*); (*ov*) ovidutto; (*ots*) orificio di uno dei condotti della tasca spermatica. — **14.** Segmento genitale maschile, veduto di fianco, per mostrare i piedi rudimentali del 6.° paio — **15.** Ultimo segmento addominale e furca; (*la*) lamina anale. — **16.** Sezione mediana antero-posteriore di una femmina; (*ma*) sistema nervoso centrale, attraversato dall'esofago (*es*); (*n*) prolungamento nervoso che si dirige all' occhio (*o*); (*st*) stomaco tappezzato di epitelio (*ep*) simile a quello dell' intestino (*i*); (*ov*) ovario; (*ts*) tasca spermatica; (*r*) rostro. — **17.** Rostro della femmina con cellule glandolari (*gl*), e peli glandolari (*p*). — **18.** Rostro del maschio — **19.** Taglio trasverso della pelle per mostrare i gruppi di cellule glandolari in rapporto con i pori escretori. — **20.** Sistema nervoso; (*na*) nervi antennali; (*o*) occhio; (*b*) orificio boccale. — **21.** Parte superiore del sistema nervoso; (*naa*) nervo antennale anteriore; (*nap*) nervo antennale posteriore. — **22.** Organi genitali femminili; (*ov*) glandola ovarica; (*ovd*) ovidutti; (*ts*) tasca spermatica; (*er*) rami del condotto escretore; (*s*) dilatazione dei rami del canale della tasca spermatica. — **23.** Orificio boccale (*b*) e suoi legamenti: anteriore (*la*), laterali (*ll*),

e posteriori (*li*); (*m*) muscoli del dorso. — **24.** Segmento genitale del maschio e spermatofori (*sp*) sperma; (*gl*) materia glutinosa; (*e*) materia espulsiva; (*p*) piedi del 6.° paio. — **25.** Filamenti spermatici. — **26.** Nauplio. (*b*) bocca; (*i*) intestino; (*gr*) cellule glandolari; (*m*) muscoli dei piedi; (*o*) occhio.

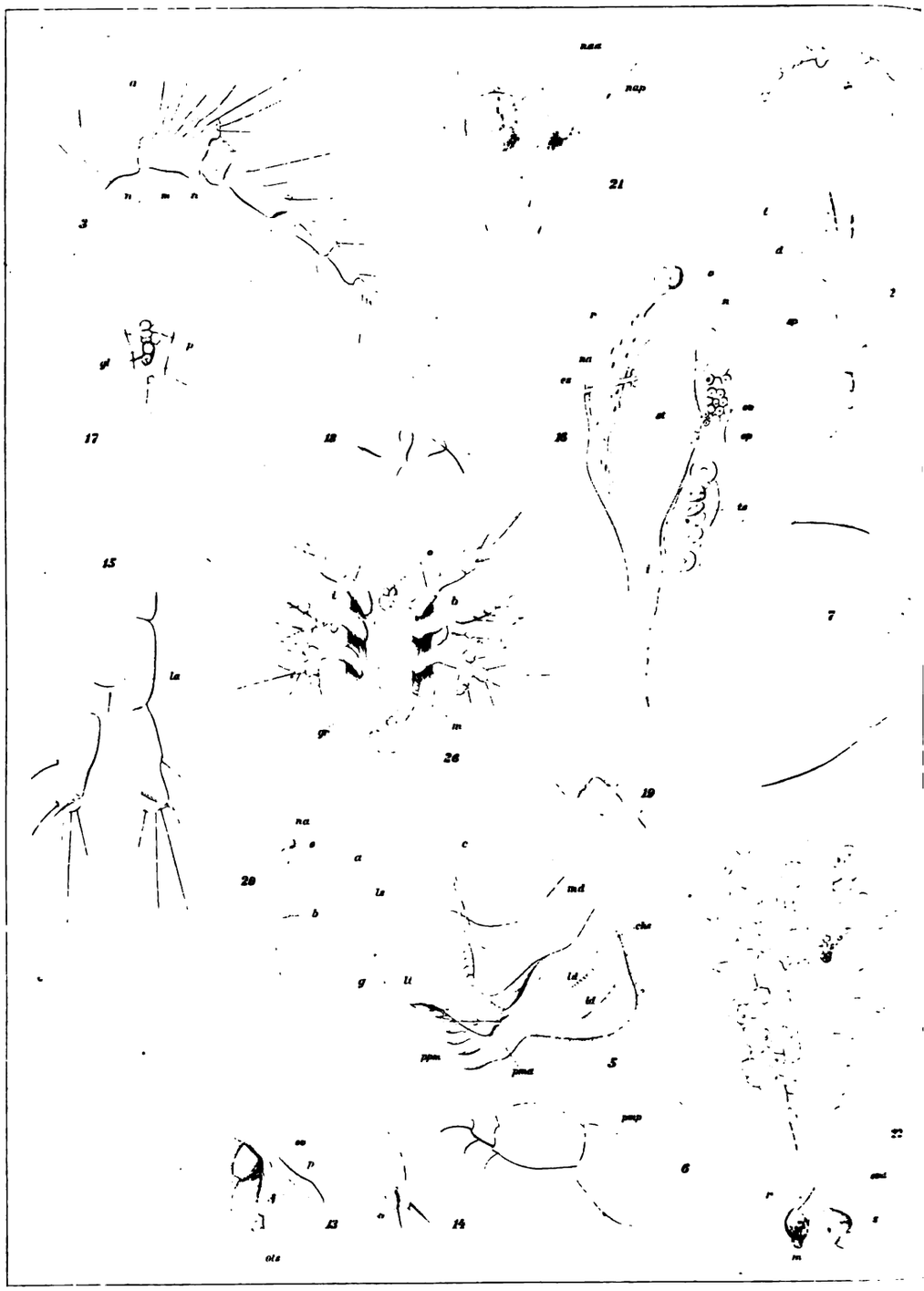
Lichomolgus Actiniae DV. — Fig. **27.** Parti boccali; (*md*) mandibola, col suo palpo (*pmd*); (*ms*) mascella; (*pma*) piede mascellare anteriore col suo palpo (*ppm*). — **28.** Piede mascellare posteriore della femmina. — **29.** Piede mascellare posteriore del maschio. — **30.** Piede del 4.° paio. — **31.** Femmina. — **32.** Maschio.

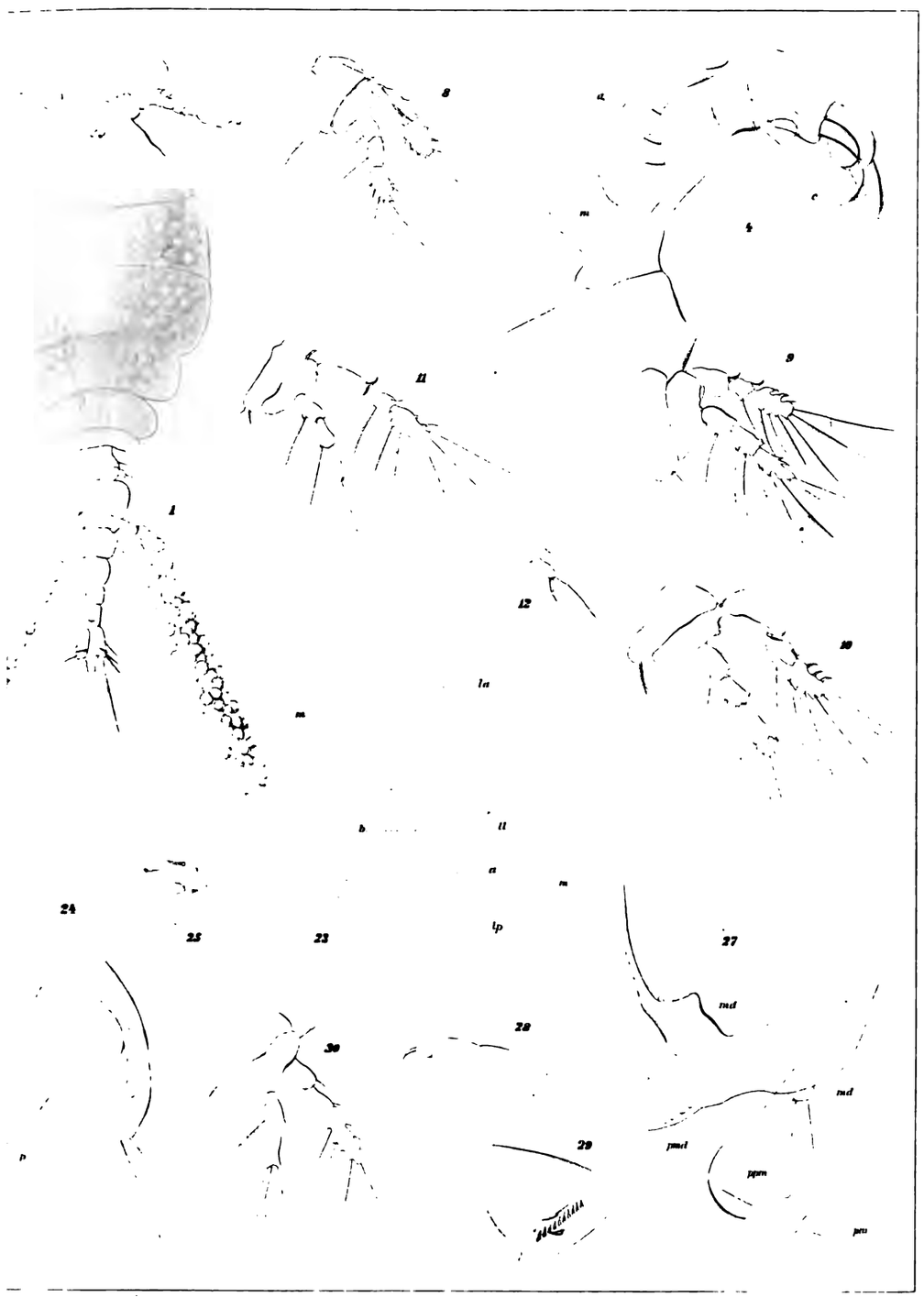
Lichomolgus Pteroidis DV. — Fig. **33.** Femmina adulta; (*gl*) glandole cutanee; (*n*) filamenti nervosi. — **34.** Femmina giovane. — **35.** Maschio. — **36.** Antenne del 1.° paio. — **37.** Antenne del 2.° paio. — **38.** Parte posteriore del corpo. — **39.** Parti boccali; (*md*) mandibola col suo palpo (*pmd*); (*ms*) mascella; (*pma*) piede mascellare anteriore col suo palpo (*ppm*). — **40.** Piede mascellare posteriore della femmina. — **41.** Piede mascellare posteriore del maschio. — **42.** Piede del 4.° paio.

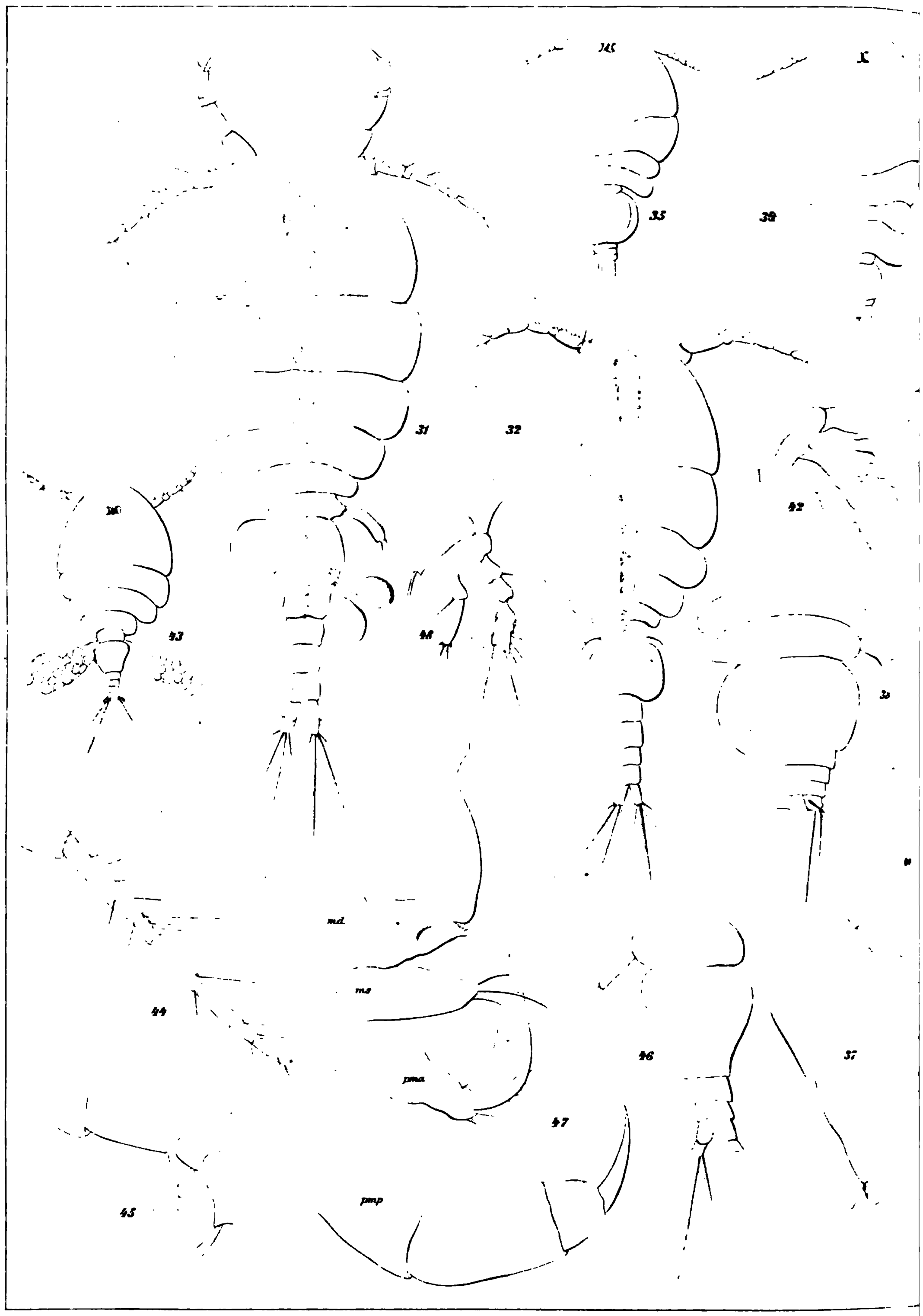
Lichomolgus Chromodoridis DV. — Fig. **43.** Femmina. — **44.** Antenna del 1.° paio. — **45.** Antenna del 2.° paio. — **46.** Parte posteriore del corpo. — **47.** Parti della bocca (*md*) mandibola col suo palpo (*pmd*); (*ms*) mascella; (*pma*) piede mascellare anteriore; (*pmp*) piede mascellare posteriore. — **48.** Piede del 4.° paio.

Anthessius Solecurti DV. — Fig. **49.** Femmina. — **50.** Maschio. — **51.** (*aa*) antenna del 1.° paio; (*ap*) antenna del 2.° paio; (*r*) rostro. — **51.°** Un uncino dell'antenna posteriore ingrandito, per mostrare il canale interno, ed i fori di escrezione (*c*). — **52.** Parti della bocca della femmina; (*ls*) labbro superiore; (*a*) appendice triangolare, e (*b*) porzione laterale del labbro medesimo; (*md*) mandibola col suo palpo (*pmd*); (*ms*) mascella; (*pma*) piede mascellare anteriore; (*pmp*) piede mascellare posteriore. — **53.** Piede mascellare posteriore del maschio. — **53.°** Porzione dell'uncino ingrandito per mostrare il margine interno seghettato. — **54.** Piede del 4.° paio. — **55.** Piede del 5.° paio.

Anthessius Pleurobrancheae DV. — Fig. **56.** Piede mascellare anteriore. — **57.** Piede mascellare posteriore del maschio. — **58.** Piede del 5.° paio.


n
naz
nap
21
3
17
18
16
15
7
26
19
20
5
6
14
13
ots


8
a
m
4
c
11
9
1
12
10
la
m
b
ll
a
m
24
25
23
lp
27
md
28
30
md
29
pmd
ppm
pm


31
32
35
38
42
43
44
45
46
47
md
ms
pma
pmp
37

49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
gl
md
pmd
ms
pma
pmp
ppm
aa
ap

Sui dintorni di Civitavecchia.

Nota dell'ing. ROMOLO MELI

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia
nella seduta del 1 febbraio 1880.

Nello scorso settembre, essendomi recato per alcuni giorni in Civitavecchia, presi le seguenti note sulla costituzione geologica dei dintorni.

Le roccie più antiche, che formano tutti i dintorni montuosi di Civitavecchia, sono rappresentate da arenarie siliceo-calcari di color bruno, talvolta grigiastro, contenenti squammette di mica. Queste arenarie (macigno) si alternano con schisti argillosi, alcune volte rossastri, che sul luogo vengono distinti col nome di *scaglia rossa.* Sieguono alle roccie accennate, superiormente nella scala stratigrafica, calcarie argillose compatte di color bigio palombino più o meno intenso (1), analoghe all'Alberese toscano. Hanno una frattura in generale concoide, e sono spesso attraversate da straterelli di spato calcare, o colorate variamente in modo da risultarne paesine. Riguardo all'età geologica, cui debbono riferirsi tutte queste roccie, che nei dintorni di Civitavecchia sono al certo le più antiche, può dubitarsi se debbano esse riportarsi al cretaceo superiore, ovvero all'eocene. Non mi fu dato di rinvenirvi alcun vestigio di fossile, che potesse soccorrermi per fissare con precisione il piano; e solo nelle roccie che si presentano sulla via Cornetana circa il 4° miglio da Civitavecchia, poco prima del monte Rozzo, rinvenni nel calcare argilloso cenerino, alcuni frammenti di un fucoide, che potrebbe appartenere al *Chondrites aequalis* (Brongn.) (2) e nulla mi fu possibile di rinvenire sia nelle arenarie, sia negli scisti argillosi.

Il Pareto, nella sua interessante Memoria: *Osservazioni geologiche dal monte Amiata a Roma* (3), riferisce tutta la catena costiera della Tolfa e di Civitavecchia al cretaceo. Parimenti il prof. Ponzi la ritenne spettante al cretaceo superiore in alcuni dei suoi lavori (4); ma, dopo accurate ed ulteriori ricerche, studiando i fossili

(1) Queste calcarie sono indicate dal Brocchi nel suo *Catalogo ragionato di una raccolta di roccie* ecc. Milano 1817. Vedi p. 136 n. 1, 2.

(2) A. Brongniart, *Observations sur les fucoides et sur quelques autres plantes marines fossiles.* Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris. Tom. I^er^, 1823 pl. XIX. fig. 7.

(3) Vedi: Giornale arcadico di scienze, lettere ed arti. Tom. C., 1844 p. 8 e 9.

(4) G. Ponzi, *Mémoire sur la zone volcanique d'Italie.* Bulletin de la Société géologique de France. Série. 2^me^ t. III. 1850. Ved. la tav. VII. contenente la carta geologica e le sezioni; Id. *Società in partecipazione per la ricerca ed escavazione dei carboni fossili nel territorio di Tolfa. Rapporto scientifico sui lavori eseguiti e sullo stato attuale delle miniere.* Roma 1860. Vedi p. 5; Id. *Quadro geologico dell'Italia centrale.* Atti della pont. Accad. N. Lincei. Tom. XIX. sess. III. 4 febbraio 1866.

[*Clupea, Musa, Dracaena* negli scisti bituminosi, *Nemertilites, Sphaerococcites, Chondrites furcatus* (Brongn.), *Chondrites difformis* (Brongn.) nel calcare argilloso, rinvenuti a Fosso Cupo, presso il monte Castagno nel territorio di Tolfa], la giudicò spettante all'eocene (1). Seguendo il Ponzi, i monti di Civitavecchia sono riferiti all'eocene dal Mantovani (2), dal Ludwig (3), dal Giordano (4) e dalla carta geologica annessa alla *Monografia della città di Roma e Campagna romana presentata all'Esposizione universale di Parigi del 1878.*

L'analogia che questo gruppo di roccie (5) presenta colle altre delle vicine contrade sulla destra del Fiora, sia per la forma litologica, che per la giacitura, mi fa ritenere che debbansi ancora esse riferire agli strati medî e superiori dell'eocene. Tali roccie eoceniche si mostrano ovunque, e con una notevole potenza (6) nei dintorni di Civitavecchia, e ne costituiscono il sottosuolo, sebbene, specialmente verso il mare, sieno ricoperte da addossamento di quaternario marino, poco potente, del quale terrò in seguito parola; possono ben vedersi nella stessa città di Civitavecchia, negli scogli che sono all'ingresso degli stabilimenti balneari, Bruzzesi e del Pirgo, e nelle numerose trincee della ferrovia. Costeggiano il mare verso sud e giungono a formare il capo Linaro, dopo il quale si ripiegano dirigendosi ai monti del Sasso, nè più si ritrovano nel rimanente littorale della provincia di Roma. Verso il nord-ovest di Civitavecchia poi, ho seguìto queste roccie fino alle cave del gesso presso il monte Rozzo. Quivi le arenarie eoceniche si trovano alterate, cotte e tinte di un rosso cupo per il contatto della piccola cupola trachitica, che costituisce il monte Rozzo, e le loro stratificazioni sono sconvolte, rialzate e rese pressochè verticali.

(1) G. Ponzi, *Note sur l'époque du soulèvement des Apennins, avec une addition par M. Rozet.* Bullet. de la Société géolog. de France. Série 2me t. X. an. 1853. Vedi p. 195 e 196; Id. *Sull'origine dell'alluminite, e del caolino di Tolfa.* Atti dell'Accad. dei N. Lincei, sess. VII. 13 giugno 1850; Id. *Storia fisica dell'Italia centrale.* Atti della r. Accademia dei Lincei, sess. IV. 5 marzo 1871; Id. *La Tuscia romana e la Tolfa.* Atti della r. Accademia dei Lincei. Vol. I. serie 3a. Classe di scienze fisiche ecc. 1877. Questa Memoria è molto interessante per la geologia dei monti di Tolfa e di Civitavecchia.

(2) Mantovani Paolo, *Descrizione geologica della Campagna romana.* Roma 1875. Vedi p. 32.

(3) Ludwig R., *Geologische Bilder aus Italien.* Bullet. de la Société impér. des naturalistes de Moscou. Année 1874 n. 1. Vedi p. 55, 126, 127.

(4) Giordano F., *Considerazioni topografiche e fisiche di Roma e Campagna romana.* Nella Monografia della città di Roma e della Campagna romana, presentata all'Esposizione universale di Parigi del 1878. Roma 1878. Vedi p. XXV.

(5) Il Brocchi nella sua classica opera: *Conchiologia fossile subapennina.* Vol. I. p. 18 e 19 della 1.a ediz. (1814) parla di queste roccie da lui osservate alla Torre dei Marangoni presso Civitavecchia, e ne rileva fin d'allora l'analogia che hanno colle roccie della Liguria.

(6) Nel perforamento del terreno, eseguito con la trivella dai sigg. fratelli Bellettieri, allo scopo di ritrovare acqua, in vicinanza della stazione ferroviaria di Civitavecchia, e precisamente allo Stabilimento dei molini a vapore di loro proprietà, si rinvenne il calcare argilloso palombino fino alla profondità di m. 74, dalla superficie del terreno, che trovasi elevato sul mare di circa 6^m 50. Raggiunti 74^m di profondità, si ebbe arenaria compatta a grana minuta di color nero grigiastro con venature di spato calcare, alternata con scisti neri.

Devo queste notizie al sig. Ettore Cantalamessa, il quale mi inviò gentilmente, pel Museo geologico della r. Università di Roma, un campione di calcare e due di arenaria nerastra estratta dalla trivella a 74^m di profondità.

La trachite, che forma il monte Rozzo, è compatta, a pasta biancastra con numerosi cristalli macroscopici di sanidino, e piccole lamine esagone di mica. Stante il poco tempo che ora ho avuto non mi fu possibile di tagliarne una sezione per lo studio petrografico al microscopio. Per l'aspetto litologico la trachite del monte Rozzo differisce dalle trachiti del Viterbese e del monte Amiata, e solo si ravvicina alquanto a quelle dei prossimi monti di Tolfa. L'emissione trachitica del monte Rozzo fu certamente posteriore alla deposizione di quel gruppo di roccie eoceniche, giacchè, come ho notato poc'anzi, queste si trovano alterate pel suo contatto.

A queste roccie succede, nella scala stratigrafica, un lembo di terreno, ben importante per la bella e ricca fauna che contiene; trovasi a 3 chilometri circa da Civitavecchia, poco dopo di aver oltrepassato la vigna di Baroni sulla via cornetana presso la Fornace. Quivi, sopra un banco di grossi ciottoli d'arenaria, taluni dei quali di gigantesco volume, ho rinvenuto uno strato poco potente di sabbione giallastro, indurito, ad elementi grossolani, racchiudente fossili. Questo strato è superiormente coperto dal quaternario marino. Importante è, a mio credere, lo studio dei fossili compresi in questo lembo di terreno, che si protende in mare, e vi forma una specie di banchina o diga, accessibile nelle basse maree. Come per un saggio, dò la nota dei fossili che vi raccolsi in breve escursione, e che ho donato, insieme alle roccie ed agli altri fossili dei dintorni di Civitavecchia, al Museo geologico della r. Università di Roma.

Ecco la lista dei fossili che vi ho rinvenuto:

Pecten varius (Lin.)
» *latissimus* (Brocc.)
» *scabrellus* Lam.
» *pes-felis* (Lin.)
Pleuronectia cristata (Bronn.)
Vola flabelliformis (Brocc.)
» *Jacobaea* (Lin.)
Spondylus crassicosta Lam.
Ostrea plicatula Gmel.
» *cochlear* Poli.
» *cucullata* Born.
» *Boblayi* Desh.
Anomia ephippium Lin.
Terebratula ampulla (Brocc.)
Turritella..... nucleo.
Schizaster canaliferus Agass.
Cidaris Münsteri E. Sism. [porzione inferiore di radiolo con faccia articolare].

Clypeaster sp? in parecchi frammenti appartenenti ad una bella e grande specie, i quali sembrano doversi riferire piuttosto al *Clypeaster intermedius* Desmoul. (1) che al *Clyp. Scillae* Desmoul.

Cellepora pumicosa Soland. — *Vioa Nardina* Michlin. — *Nullipora.*

Da questo strato venne anche estratta una bella e nuova specie di Pecten, che, proveniente dalla Coll.ª Calandrelli, ora figura nella collezione paleontologica dell'Università. Mentre mi riservo in seguito di descrivere e di figurare questo Pecten, lo distinguo fin d'ora col nome di *Pecten Ponzii*, in omaggio all'illustre e venerato mio maestro.

I fossili, ora citati, accennano subito al pliocene inferiore, e ricordano tanto bene quelli contenuti nella calcare grossolana di Corneto e di Palo, volgarmente chiamata

(1) Desmoulins Ch., *Études sur les Échinides.* Bordeaux 1835-37. Vedi p. 218 n. 15; Locard A. et Cottrau G., *Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse.* Paris 1877. Vedi p. 254

Macco, sul littorale tirreno (1). A questa interessante località, che mi propongo di nuovamente visitare per studiarne con maggiore esattezza la fauna, raccogliendo nuovi materiali, succedono le sabbie gialle plioceniche, che sono in tutta quella serie di colline, che dal 5° miglio sulla via cornetana, vanno innanzi fino a Corneto.

Dalle sabbie finissime, alquanto argillose dello Sterpeto ho estratto belli e ben conservati esemplari di

Ostrea lamellosa Brocc.
Vola flabelliformis (Brocc.)
Pecten varius (Lin.)
Nodosaria raphanistrum (Lin.)
Cristellaria cassis Lam.
Robulina calcar D'Orb.
Balanus concavus Bronn. in giganteschi esemplari, conservanti nell'interno i loro scudi.

Una fauna di eguale aspetto presentano le sabbie superiori delle colline di Corneto nella valle di s. Savino.

Non ho ritrovato in altre località dei dintorni di Civitavecchia depositi pliocenici; e, sebbene in recentissima carta geologica sia indicata tra le roccie eoceniche ed il mare, lungo il littorale (oltre Civitavecchia fin quasi a s. Severa) una zona continua, e ben larga di pliocene, io ho osservato in molti punti le roccie eoceniche protrarsi in mare, ricoperte solo dal quaternario marino.

I fossili del quaternario sono molto interessanti per la ricca fauna, che contengono, e per la continuità con cui si succedono. Le più antiche deposizioni trovansi ad un livello elevato sul mare e sono rappresentate da un'arenaria grossolana, a cemento calcare di colore grigiastro, composta di granelli di sanidino, di silice, di calcare, e piccoli grani di augite; racchiude frammenti di conchiglie marine spatizzate (specialmente valve del *Pectunculus violacescens* Lam. e piccole spine di *Echinus esculentus* Lin., foraminiferi ecc.). Succedono a queste arenarie i depositi ricchissimi di conchiglie, tutte viventi ora nel prossimo mare, i quali giungono al mare fino ai depositi attuali, od in via di formazione.

Le prime arenarie quaternarie sono conosciute in Civitavecchia col nome di *scaglia-riccia* e vengono cavate ed usate come materiale da costruzione e da taglio (2). La potenza di questi depositi può osservarsi nelle cave aperte sulla via cornetana circa il 4° chilometro da Civitavecchia, prima della Torre di Orlando. Gli altri

(1) I fossili del *macco* di Corneto furono già indicati dal Ponzi nella *Cronaca subappennina, o abbozzo di un quadro generale del periodo glaciale.* Roma 1876. Vedi p. 17 e 18. Anche il pliocene di Palo offre fossili analoghi. Dalla piccola trincea al chilometro 46 della linea ferrata Roma-Civitavecchia, ho estratto le seguenti specie: *Vola flabelliformis* (Brocc.), *Pecten scabrellus* Lam., *Pecten pes-felis* (Lin.), *Ostrea plicatula* Lin., *Spondylus crassicosta* Lam., *Ostrea Boblayi* Desh., in magnifici esemplari aventi una larghezza di $0_m,210$, *Balanus perforatus* Brug., ed insieme a queste specie, nuclei di *Pectunculus*, *Cardium*, *Terebratula*, *Schizaster*, contenuti in una roccia un poco friabile, composta in taluni punti quasi unicamente di *Amphistegina Hauerina* D'Orb. e che è identica alla così detta *pietra lenticolare* di Parlascio e s. Frediano nel Pisano, di Castrocaro nel Forlivese, e di Boccacciano nei monti di Cetona, come già osservò il Capellini. Vedi *L'uomo pliocenico in Toscana.* Roma 1876 alla p. 10. Vedi ancora *Sui terreni terziari di una parte del versante settentrionale dell'Apennino.* Mem. dell'Accademia delle Scienze dell'Ist. di Bologna serie III. tom. VI. 1876 p. 601.

(2) Tali arenarie furono indicate anche dal Breislak nel suo *Saggio di osservazioni mineralogiche sulla Tolfa, Oriolo e Latera.* Roma 1786. Vedi § XXIV. p. 50, 51.

depositi del quaternario più recente, come ho poco innanzi accennato, racchiudono una fauna conchiologica identica a quella che ora abita nel prossimo mare; si trovano sviluppati lungo la spiaggia romana, e li ho rinvenuti a Palo, a Civitavecchia, á Corneto (presso la stazione della ferrovia e lungo la linea ferrata). Sono costituiti da arenarie grossolane di un colore rosso-bruno, quasi ferruginose, analoghe anche per l'epoca di loro formazione (come già osservava il Pareto), alla panchina di Livorno, ed alle formazioni quaternarie della Sicilia e della Sardegna (1); contengono materiali vulcanici in grande quantità, come cristallini rotolati di augite. Non hanno un forte spessore, misurando in media circa met. 2 di potenza.

Tutti questi depositi quaternarî non giungono ad un elevato livello sul mare; li ho rinvenuti sempre ad un livello inferiore alla chiesa dei Cappuccini presso Civitavecchia; ed in media si può ritenere che la loro massima elevazione raggiunga la quota di circa met. 40 sul mare.

Anche a Palo ho notato le medesime roccie quaternarie, identiche per aspetto litologico e per giacitura. Quivi si adagiano sul pliocene, lo ricuoprono, e, sebbene di poca potenza, lo nascondono in modo che le roccie plioceniche restano visibili solo nei tagli effettuati nel terreno.

Ecco la lista dei fossili del quaternario recente, dei quali già il Bleicher pubblicò un ristretto catalogo (2).

Nel redigere questo elenco, oltre ai materiali che rinvenni presso Civitavecchia, e sulla linea ferroviaria in prossimità della stazione di Corneto, ho studiato anche i fossili quaternarî di Civitavecchia, che sono nella ricca collezione del Museo geologico dell'Università e che provengono dalla raccolta del sig. A. Calandrelli.

1. **Psammosolen antiquatus** Pultn. *(Solen)* = Solecurtus coarctatus (Gmel.) et auct. — Corneto.
2. **Corbulomya mediterranea** O. G. Costa *(Corbula)* — Philippi, *Enum. moll. Siciliae.* Vol. I p. 17 tab. I fig. 18. (Corbula mediterranea). — Corneto.
3. **Corbula gibba** Olivi *(Tellina)* = Corbula nucleus Lamarck, *Hist. natur. des anim. sans vertèbres.* 2me édition vol. VI p. 139 n. 6. — Corneto.
4. **Mactra stultorum** Lin. *(Cardium)* Var. c. Weinkauff. = Mactra lactea Gmel. — Corneto.
5. **Mactra triangula** Ren. = Mactra lactea Poli (non Gmel.). — Corneto.
6. **Syndosmya prismatica** Montg. *(Ligula)* = Erycina angulosa Bronn. — Corneto.
7. **Scrobicularia plana** Da Costa *(Trigonella)* = Mactra piperata Gmel. = Lutraria compressa Lam. — Corneto.
8. **Donax semistriata** Poli — Philippi, *Moll. Sic.* Vol. I p. 36 tab. III fig. 12. (D. semistriata). — Corneto.
9. **Donax polita** Poli *(Tellina)* = Donax longa Philippi, *Moll. Sic.* Vol. I p. 37 tav. III fig. 13. — Corneto.

(1) La Marmora A., *Voyage en Sardaigne, ou description statistique, physique et politique de cette île.* Turin 1857. Vedi *Description géologique.* Tom. I. chap. IX. Terrains quaternaires.

(2) Bleicher, *Recherches géologiques faites dans les environs de Rome.* Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 6me année 1865. Vedi p. 85, 86. Tra i fossili rinvenuti nel quaternario marino, il Bleicher cita la *Venus lamellosa* Rayn, la *Patella vulgata* Lin., il *Trochus* (?) *calcar* Lam. (?) ecc. e pone queste specie come viventi nel Mediterraneo. La prima specie, che rinviensi fossile al monte Mario, e che fu descritta nel *Catalogue des fossiles du Monte Mario près Rome recueillis par Mm. De Rayneval, Vanden- Hecke, et Ponzi.* (Vedi p. 15 nota B), è ritenuta finora per estinta; le altre specie non sono mediterranee.

10. **Donax venusta** Poli = Donax vittatus Wood, *A monograph of the Crag mollusca.* Part. II p. 219 n. 1 pl. XXII fig. 7 a, b. — Corneto.
11. **Psammobia ferroensis** Chemn. *(Tellina)* — Chenu, *Manuel de Conchyl.* Tom. 2 p. 64 fig. 258 (P. feroensis). — Corneto.
12. **Psammobia vespertina** Chemn. *(Lux)* — Wood, *Crag mollusc.* Part. 2ª p. 222 n. 2 tab. XXII fig. 2 a-d (P. vespertina). — Corneto.
13. **Tellina nitida** Poli — Lamarck, *An. sans vertèb.* Tom. VI p. 199 n. 28. — Corneto.
14. **Tellina distorta** Poli — Poli, *Test. utriusq. Siciliae.* I p. 39 tab. 15 fig. 11. — Corneto.
15. **Tellina incarnata** Lin. = Tellina depressa Gmel. — Corneto.
16. **Tellina donacina** Lin. = Tellina Lantivyi Payraudeau, *Catalogue déscrip. et méthod. des annel. et des mollusq. de l'île de Corse.* P. 40 n. 65 pl. I fig. 13-15. — Corneto.
17. **Arcopagia balaustina** Lin. *(Tellina)* — Wood, *Crag moll.* Part. II p. 227 n. 2 tab. XXI fig. 4 a, b, c (Tellina balaustina). — Civitavecchia e Corneto.
18. **Venerupis irus** Lin. *(Donax)* — Hörnes, *Die fossil. Moll. des Tert.-Beck. von Wien.* Vol. II p. 110 tav. 10 fig. 7 a-d (V. irus). — Civitavecchia e Corneto.
19. **Tapes decussata** Lin. *(Venus).* — Civitavecchia.
20. **Tapes geographica** Gmel. *(Venus).* — Civitavecchia.
21. **Tapes aurea** Gmel. *(Venus)* — Wood, *Crag moll.* Part. II p. 202 n. 2 tab. XX fig. 2 a, b (T. aurea). — Civitavecchia.
22. **Tapes pulchella** Lam. *(Venus)* — Lamarck, *Anim. sans vertèb.* 2me édit. tom. VI p. 366 n. 71 (Venus pulchella). — Civitavecchia.
23. **Venus fasciata** Donov. = V. Brongniarti Payraudeau, *Cat. moll. Corse.* P. 51 n. 88 pl. I fig. 23-25. — Civitavecchia.
24. **Venus verrucòsa** Lin. — Agassiz, *Iconogr. des coq. tertiair. réput. identiq.* etc. P. 32 n. III tab. 5 fig. 1-8 (V. verrucosa). — Civitavecchia e Corneto.
25. **Venus gallina** Lin. — Corneto,
26. **Cytherea chione** Lin. *(Venus)* — Agassiz, *Iconogr. des coq. tertiair.* n. VII tab. 10 fig. 6-9 (C. chione). — Corneto.
27. **Cytherea rudis** Poli *(Venus)* = C. venetiana Philippi, *Moll. Sicil.* Vol. I p. 40 n. 2 tab. IV fig. 8. — Corneto.
28. **Artemis lupinus** Poli *(Venus)* = Cytherea lunaris Lamarck, *Anim. sans vertèb.* 2me édit. tom. VI p. 315 n. 49 = Dosinia lincta auct. (n. Pultn). — Corneto.
29. **Artemis exoleta** Lin. *(Venus)* — Agassiz, *Iconogr. des coq. tertiair.* P. 20 n. III tab. 3 fig. 15-17 (A. exoleta). — Corneto.
30. **Astarte fusca** Poli *(Tellina)* = Astarte incrassata Wood, *Crag moll.* Part. II p. 178 n. 5 tab. XVI fig. 6 a, b. — Corneto

30bis **Astarte fusca** Var. margine integro. — Corneto.

31. **Cardium tuberculatum** Lin. — Linneo, *System. nat.* Edit. duodecima tom. I pars II p. 1122 n. 81. — Corneto.
32. **Cardium papillosum** Poli = C. planatum Brocchi, *Conch. foss. subap.* Tom. II p. 507 n. 11 tav. XIII fig. 1 a, b. — Corneto.
33. **Chama gryphoides** Lin. = Chama asperella Lamarck, *Anim. sans. vertèb.* 2me édit. tom. VI p. 581 n. 3. — Civitavecchia e Corneto.
34. **Chama gryphina** Lam. = Chama sinistrorsa Weinkauff, *Die Conch. des Mittelm.* Vol. I p. 151 spec. 2. — Civitavecchia.
35. **Cardita calyculata** Lin. *(Chama)* = Cardita sinuata Lamarck, *Anim. sans. vert.* 2me édit. tom. VI p. 431 (note) et p. 433 n. 18. — Civitavecchia e Corneto.
36. **Cardita corbis** Phil. — Philippi, *Moll. Sicil.* Vol. I p. 55 n. 6 tab. IV fig. 19. — Corneto.
37. **Lucina leucoma** Turt. = Lucina lactea Lam. n. Lin. — Civitavecchia e Corneto.
38. **Loripes divaricatus** Lin. *(Tellina)* = Lucina commutata Philippi, *Moll. Sic.* Vol. I p. 32 n. 3 tab. III fig. 15 a-c. — Corneto.
39. **Lucina reticulata** Poli *(Tellina)* = Lucina pecten Philippi, *Moll. Sic.* P. 31 n. 1 tab. III fig. 14 a-d. — Civitavecchia.

40. **Pectunculus violacescens** Lam. — Payraudeau, *Cat. moll. Corse.* P. 63 n. 112 pl. II fig. 1 = P. insubricus Weinkauff, *Conch. Mittelm.* Vol. I p. 187 spec. 3 non Brocchi. — Corneto e Civitavecchia.
41. **Pectunculus bimaculatus** Poli *(Arca)* = P. siculus Reeve, *Monogr. of the genus Pectunculus.* Pl. VII fig. 41 = P. glycimeris auct. (n. Lin.). — Civitavecchia e Corneto.
42. **Pectunculus pilosus** Born. *(Arca)* — Reeve, *Monog. Pectunculus.* Pl. III fig. 13 (P. pilosus). — Civitavecchia e Corneto.
43. **Arca tetragona** Poli = Arca navicularis Lamarck, *Anim. sans vertèb.* 2me édit. tom. VI p. 261 n. 4 (v. la nota). — Civitavecchia e Corneto.
44. **Arca lactea** Lin. = Arca Quoyi Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 62 n. 109 pl. I fig. 40-43. — Civitavecchia e Corneto.
44bis. **Arca lactea** Var. subrotunda Weink. = A. Gaimardii Payraudeau, *Cat. moll. Corse.* P. 61 n. 108 pl. I fig. 36-39. — Civitavecchia.
45. **Arca diluvii** Lam. = Arca antiquata auct. (n. Lin.). — Corneto.
46. **Arca imbricata** Poli (n. Brug.) = Arca pulchella Reeve, *Monograph. of the genus Arca.* Pl. XVII spec. 122. — Corneto.
47. **Nucula nucleus** Lin. *(Arca)* = Nucula margaritacea Philippi, *En. moll. Sic.* Vol. I p. 64 n. 2 tab. V fig. 8. — Civitavecchia e Corneto.
48. **Modiola adriatica** Lam. (?) — In frammenti nell'arenaria alla Cava presso la Torre di Orlando. — Civitavecchia.
49. **Lithodomus lithophagus** Lin. *(Mytilus)* — Chenu *Man. de Conchyl.* Vol. II p. 156 fig. 771 (L. lithophagus). — Civitavecchia.
50. **Mytilus minimus** Poli — Poli, *Test. utriusq. Siciliae.* II p. 209 t. 32 fig. 1. — Civitavecchia.
51. **Lima squamosa** Lam. — Chenu, *Man. de Conchyl.* Vol. II p. 188 fig. 949 (L. squamosa).— Civitavecchia e Corneto.
52. **Pecten pusio** Lin. *(Ostrea)* — Wood, *Crag moll.* Part. II p. 33 n. 8 tav. VI fig. 4 a-c (P. pusio). — Civitavecchia e Corneto.
53. **Pecten varius** Lin. *(Ostrea)* — Goldfuss, *Petrefacta Germaniae:* 2a edizione 1862-63 parte 2a p. 57 n. 68 tav. XCV fig. 1 a-c (P. varius). — Civitavecchia e Corneto.
54. **Pecten pes-felis** Lin. *(Ostrea)* — Chenu, *Man. de Conchyl.* Vol. II p. 183 fig. 921 (P. pes-felis). — Civitavecchia.
55. **Pecten opercularis** Lin. *(Ostrea)* — Goldfuss, *Petref. Germ.* 2a ediz. parte 2a p. 59 n. 73 tav. XCV fig. 6 a-d (P. opercularis). — Civitavecchia e Corneto.
56. **Vola Jacobaea** Lin. *(Ostrea)* — Gualtieri, *Testar. conchyl. index.* Tab. 99 fig. B (n. opt.). — Civitavecchia.
57. **Spondylus gaederopus** Lin. — Gualtieri, *Test. conchyl. index.* Tab. 99 fig. F. — Civitavecchia, Corneto e Palo.
57bis. **Spondylus gaederopus** Var. spinis plurimis Weink. — Weinkauff, *Conchyl. Mittelm.* Vol. I p. 269. — Civitavecchia.
58. **Ostrea lamellosa** Brocc. — Goldfuss, *Petr. Germ.* 2a ediz. 1862-63 2a parte p. 17 n. 44 tav. LXXVIII fig. 3 a, b (O. lamellosa). — Civitavecchia.
59. **Ostrea edulis** Lin. — Goldfuss, *Petr. Germ.* 2a ed. 1862-63 2a parte p. 17 n. 45 tav. LXXVIII fig. 4 a-d (O. edulis). — Corneto.
60. **Ostrea plicatula** Gmel. = O. stentina Payraudeau, *Cat. moll. Corse* P. 81 n. 154 pl. III fig. 3. — Civitavecchia.
61. **Ostrea cristata** Born — Born, *Test. mus. Caes.* P. 112 tab. 7 fig. 3. — Civitavecchia.
62. **Anomia patelliformis** Lin. — Wood, *Crag moll.* Part. II p. 10 n. 3 tab. I fig. 4 a, b. (A. patelliformis). — Civitavecchia.
63. **Anomia ephippium** Lin. — Linneo, *Syst. natur.* Ed. duodec. (1767) tom. I part. II p. 1150 n. 218. — Civitavecchia.
64. **Anomia electrica** Lin. = An. ephippium Var. 1 electrica Weinkauff, *Die Conchyl. des Mittelm.* Vol. I p. 279. — Civitavecchia.

65. **Anomia margaritacea** Poli = Anomia squamula Lin. *Syst. nat.* Ed. duodecima, 1767, tom. I part. II p. 1151 n. 221. — Civitavecchia.
66. **Terebratula vitrea** Gmel. *(Anomia)* — Philippi, *Moll. Sicil.* Vol. I p. 99 n. 7 tab. VI fig. 8. — Civitavecchia.
67. **Trivia pulex** Gray = Cypraea coccinella Var. b Lam. *Anim. sans vertèb.* Tom. X p. 544. — Civitavecchia.
68. **Trivia europaea** Montg. *(Cypraea)* — Chenu, *Man. de Conchyl.* Vol. I p. 270 fig. 1732 (*Cypraea coccinella*). — Civitavecchia.
69. **Marginella secalina** Philip. — Philippi, *Moll. Sicil.* Vol. II p. 197 n. 1 tab. XXVII fig. 19 et vol. I p. 232 n. 1 tab. XII fig. 15 (Volvaria triticea non Lam.). — Civitavecchia.
70. **Mitra ebenus** Lam. — Parecchi esemplari da Civitavecchia, uno soltanto da Corneto, ma tutti molto logorati.
71. **Columbella rustica** Lin. *(Voluta)* — Lister, *Hist. conchyl.* Tab. 826 fig. 49 (mediocris). — Civitavecchia e Corneto.
72. **Columbella scripta** Lin. *(Murex)* = Buccinum Linnaei Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 161 n. 324 pl. 8 fig. 10-12. — Corneto.
73. **Nassa circumcincta** Adams. — Corneto.
74. **Nassa mutabilis** Lin. *(Buccinum)* — Bronn, *Lethaea geognostica* 1850-56 Vol. III parte VI p. 555 n. 6 tav. XLI fig. 33 a, b (Buccinum mutabile) — Corneto.
75. **Nassa incrassata** Müll. *(Tritonium)* = Buccinum Lacepedii Payr. *Cat. moll. Corse.* P. 161 n. 325 pl. 8 fig. 13, 14. — Civitavecchia.
76. **Nassa corniculum** Olivi *(Buccinum)* = Buccinum Calmeilii Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 160 n. 323 pl. 8 fig. 7-9. — Corneto.
77. **Nassa costulata** Ren. *(Buccinum)* = Buccinum variabile Phil. *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 221 n. 4 tab. XII fig. 1-7. — Civitavecchia.
78. **Bufonaria scrobiculator** Lin. *(Murex)* — Lister, *Hist. conchyl.* Tab. 943 fig. 39. — Civitavecchia.
79. **Murex trunculus** Lin. — D'Ancona, *Malacol. plioc. ital.* Fasc. 1 p. 28 spec. 18 tav. 4 fig. 5 (a, b) (M. trunculus). — Civitavecchia.
80. **Murex Edwardsii** Payr. *(Purpura)* — Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 155 n. 313 pl. 7 fig. 19, 20. — Civitavecchia.
81. **Murex cristatus** Brocc. Var β inermis Philip. — Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 209 n. 6 tab. XI fig. 25. — Civitavecchia.
82. **Euthria cornea** Lin. *(Murex)* — Bellardi, *I moll. dei terr. terz. del Piem. e della Ligur.* Parte I p. 190, 191 n. 2 tav. XIII fig. 2 e 3 (Euthria cornea). — Civitavecchia e Corneto.
83. **Conus mediterraneus** Brug. — Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 238 tab. XII fig. 16-22 (C. mediterraneus). — Civitavecchia e Corneto.
84. **Cerithium vulgatum** Brug. = Murex alucoides Brocchi, *Conch. foss. subap.* 1814, Vol. II p. 437 n. 65. — Civitavecchia.

84bis. **Cerithium vulgatum** var. tuberculata Phil. — Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 193 var. β tab. XI fig. 6. — Corneto.

85. **Cerithium mediterraneum** Desh. = C. fuscatum Phil., *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 193 n. 2 tab. XI fig. 7 = C. doliolum Weink. (non Brocc.). — Civitavecchia.
86. **Cerithiolum scabrum** Olivi *(Murex)* = Cerithium Latreillii Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 143 n. 286 pl. 7 fig. 9, 10 = C. Lima Lam. — Civitavecchia e Corneto.
87. **Cerithium** sp? (1) — Corneto.

(1) Frammento rotolato di *Cerithium* risultante da soli 7 anfratti, essendo mancante dei primi e degli ultimi giri. Questo *Cerithium* per la sua forma, per le dimensioni (lungh. 18 mm., largh. 9 mm.) per l'ornamentazione molto s'avvicina al *Cerithiopsis tricinctum* (Brocc.). Ne differisce però per avere, a quanto sembra, due sole serie di cingoli granulosi in ciascun anfratto; ma stante il cattivo stato di conservazione, per il suo logoramento, ne lascio indeterminata la specie. Noto peraltro che esso non può riferirsi ad alcuna delle specie di *Cerithium* viventi ora nel Mediterraneo.

88. **Triforis perversa** Lin. *(Trochus)* — Hörnes, *Die foss. Moll. des tert. Bec. von Wien.* Vol. II p. 414 sp. 24 tav. 42 fig. 20 a-c (Cerithium perversum). — Corneto.
89. **Turbonilla denseccostata** Phil. *(Chemnitzia)* — Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. II p. 137 n. 5 tab. XXIV fig. 9, 9a. — Corneto.
90. **Scalaria communis** Lam. — Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 167 n. 1 tab. X f. 8 (S. communis). — Civitavecchia.
91. **Scalaria pseudoscalaris** Brocc. *(Turbo)* = Scalaria lamellosa Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 123 n. 258 pl. 6 fig. 2 (non Lam.). — Civitavecchia.
92. **Natica fusca** Blainv. = Natica sordida Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. II p. 139 n. 3 tab. XXIV fig. 15 (non Swains.). — Corneto.
93. **Natica maculata** Desh. = Natica hebraea Martyns *(Nerita)* — Gualtieri, *Test. conch. index.* Tab. 67 fig. Q, R. — Corneto.
94. **Alvania cimex** Lin. *(Turbo)* — Chenu, *Man. de Conchyl.* Vol. I p. 307 fig. 2185. (Alvania europaea). — Civitavecchia e Corneto.
95. **Alvania Montagui** Payr. *(Rissoa)* — Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 111 n. 240 pl. 5 fig. 13, 14. — Civitavecchia e Corneto.
96. **Alvania costata** Adams *(Turbo)* = Rissoa carinata Phil. *En. moll. Sic.* Vol. I p. 150 n. 5 tab. X fig. 10. — Corneto.
97. **Rissoina Bruguieri** Payr. *(Rissoa)* — Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 113 n. 242 pl. 5 fig. 17, 18. — Civitavecchia e Corneto.
98. **Caecum trachea** Montg. *(Dentalium)* = Odontidium rugulosum Phil. *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 102 tab. VI fig. 20 a, b. — Corneto.
99. **Vermetus triqueter** Biv. — Philippi, *En. moll. Sic.* Vol. I p. 170 n. 2 tab. IX fig. 21. (V. triqueter). — Civitavecchia.
100. **Neritina fluviatilis** Lin. *(Nerita)* — Draparnaud, *Histor. natur. des moll. terr. et fluv. de la France.* P. 31 n. 1 pl. I fig. 1-3. (N. fluviatilis). — Corneto.
101. **Phasianella pulla** Lin. *(Turbo)* — Weinkauff, *Die Conch. des Mittel.* Vol. II p. 342 spec. 1 (Ph. pulla). — Civitavecchia e Corneto
102. **Phasianella speciosa** v. Mülhfeld *(Turbo)* = Phasianella Vieuxii Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 140 n. 282 pl. 7 fig. 5, 6. — Civitavecchia.
103. **Turbo rugosus** Lin. con numerosi opercoli. — Civitavecchia e Corneto.
104. **Turbo sanguineus** Lin. — Weinkauff, *Conch. Mittelm.* II p. 347 spec. 2. — Civitavecchia e Corneto.
105. **Clanculus corallinus** Gmel. *(Trochus)* = Monodonta Couturii Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 134 n. 274 pl. 6 fig. 19, 20. — Civitavecchia.
106. **Clanculus Jussieui** Payr. *(Monodonta)* — Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 136 n. 276 pl. 6 fig. 24, 25. — Civitavecchia.
107. **Clanculus cruciatus** Lin. *(Trochus)* = Monodonta Vieillotii Payr. *Cat. moll. Corse* P. 135 n. 275 pl. 6 fig. 21-23. — Civitavecchia.
108. **Zizyphinus conulus** Lin. *(Trochus)* — Weinkauff, *Die Conch. d. Mittelm.* Vol. II p. 356 spec. 3. (Trochus conulus). — Civitavecchia.
109. **Zizyphinus crenulatus** Brocc. *(Trochus)* — Brocchi, *Conch. foss. subap.* Vol. II p. 354 n. 6 tav. VI fig. 2 a, b. — Civitavecchia e Corneto.
110. **Trochus turbinatus** Born. = Monodonta Olivieri Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 133 n. 273 pl. 6 fig. 15, 16. — Civitavecchia.
111. **Trochus articulatus** Lam. *(Monodonta)* — Chenu, *Man. de Conchyl.* Vol. II p. 358 fig. 2655. (Monodonta articulata). — Civitavecchia.
112. **Trochus divaricatus** Lin. = Monodonta Lessoni Payr. *Cat. moll. de Corse.* P. 139 n. 279 pl. 7 fig. 3, 4. — Civitavecchia.
113. **Trochus Adansoni** Payr. — Payraudeau, *Cat. moll. de Corse.* P. 127 n. 267 pl. 6 fig. 7, 8. — Civitavecchia.
114. **Trochus Fermonii** Payr. — Payraudeau, op. cit. P. 128 n. 269 pl. 6 fig. 11, 12. — Civitavecchia.

115. **Trochus varius** Lin. = Tr. Roissyi Payraudeau, op. cit. P. 130 n. 271 pl. 6 fig. 13 et 14. — Corneto.
116. **Trochus villicus** Phil. — Philippi, *En. moll. Siciliae.* Vol. II p. 152 n. 18 tab. XXV fig. 14. — Civitavecchia.
117. **Haliotis tuberculata** Lin. var. rugosa Weink. = Haliotis lamellosa Lamarck, *Anim. sans. vertèb.* 2me édit. tom. IX p. 29 n. 10. — Civitavecchia.
118. **Fissurella graeca** Lin. *(Patella)* — Hörnes, *Die foss. Moll. d. tert.-Beck. von Wien.* Vol. I p. 642 spec. 3 tav. 50 fig. 27 (F. graeca). — Cornetò e Civitavecchia.
119. **Fissurella gibberula** Lam. = Fissurella gibba Phil. *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 117 n. 4 tab. VII fig. 16 a-c. — Civitavecchia.
120. **Patella ferruginea** Gmel. = P. Lamarckii Payr. op. cit. p. 90 n. 177 tav. IV fig. 3,4. — Civitavecchia.
121. **Patella caerulea** Lin. —Philippi, *En. moll. Sicil.* Vol. I p. 109 tab. VII fig. 5 a, b. — Civitav.
121A. **Patella caerulea** Lin var. 1 radiata Weink. — Weinkauff, *Die Conchyl. d. Mit.* Vol. II p. 404 spec. 3. — Civitavecchia.
121B. **Patella caerulea** var. d. Weink. — Weinkauff, op. cit. P. 405. — Civitavecchia.
122. **Dentalium vulgare** Da Costa = D. Tarentinum Lam. = D. entalis auctor. — Corneto.
123. **Balanus perforatus** Brug. — Seguenza, *Ricerch. paleont. intorno ai cirripedi terziari della prov. di Messina.* Parte II p. 77 tav. IX fig. 18-22. — Civitavecchia.
124. **Balanus tulipa** Poli *(Lepas)* = B. tulipiformis Seguenza, op. cit. P. 71 tav. IX fig. 2, 4 — Civitavecchia.
125. **Echinus esculentus** Lin. — (Spine dell'Echino). — Civitavecchia.
126. **Balanophyllia verrucaria** Pallas *(Madrepora).* — Civitavecchia.
127. **Cladocora caespitosa** Lin. *(Madrepora)* = Caryophyllia cespitosa Lamarck, *Anim. sans vertèb.* 2me édit. tom. II p. 352 n. 8. — Civitavecchia, Corneto e Palo.
128. **Myriozoon truncatum** Pallas — Manzoni, *I briozoi del plioc. antico di Castrocaro.* P. 4 tav. I fig. 3 a, d (M. truncatum). — Civitavecchia.
129. **Retepora cellulosa** Lin. *(Millepora)* — Busk, *A monogr. of the foss. polyzoa of the Crag.* P. 74 n. 1 pl. XII fig. 1, a, c (R. cellulosa). — Civitavecchia.
130. **Lepralia ciliata** Lin. *(cellepora)* — Busk, *A monogr. of the foss. polyz. of the Crag* P. 42 n. 5 pl. VII fig. 6 a, b (L. ciliata). — Civitavecchia.
131. **Membranipora** sp? — Civitavecchia.
132. **Lithothamnium** sp? } Da riferirsi al regno vegetale, giacchè ora si ritengono appartenere alle alghe. } Civitavecchia.
133. **Nullipora** sp?

Questo primo elenco, con ulteriori ricerche, potrà venire aumentato di molto, specialmente nei zoofiti e nelle conchiglie di piccola mole (Rissoe, Chemnitzie, Odostomie, Pleurotome ecc.). Intanto m'interessa notare che, ad eccezione del *cerithium*, segnato nel catalogo col n. 87, tutte le altre specie di conchiglie sono attualmente viventi nel Mediterraneo e perciò l'aspetto della fauna conchiologica di questi depositi si mostra identica alla fauna attuale. Faccio anche osservare che questi depositi post-pliocenici si trovano non molto sollevati sul livello del mare, non si inoltrano entro terra, ma seguono presso a poco l'andamento della spiaggia, e gradatamente vi si abbassano presentando anche (in molti punti del littorale) delle zone di fori praticati dal *Lithodomus lithophagus* (Lin.). Per questi fatti si crede dai nostri geologi, che la spiaggia del littorale romano siasi lentamente sollevata, durante il quaternario, ponendo così successivamente allo scoperto sedimenti più recenti, piuttosto che ricorrere ad un abbassamento nel livello del Mediterraneo. Peraltro un lento sollevamento fu dimostrato dal Ponzi nel delta tiberino (1), e movimenti di lenta elevazione

(1) Ponzi G., *Il Tevere ed il suo delta.* Roma 1876. Vedi p. 40, 41.

del suolo sono notati sulla costiera della Liguria, in Sicilia, in Sardegna, a Malta, Rodi, Cipro, Candia, sulle coste d'Africa, nella Tunisia, ecc. (1)

Finalmente ho rinvenuto depositi di travertino alla piccola sorgente dell'acqua solfurea, che trovasi nella località detta *i monterozzi* sulla via cornetana, a sinistra, muovendo da Civitavecchia, poco prima di giungere alla Torre d'Orlando, e sulla strada, che da Civitavecchia conduce ai Cappuccini. Ma più vasti depositi di travertini si osservano su tutta la spianata, ove sono gli avanzi delle terme taurine o di Traiano (2); in questi travertini (3) ho rinvenuto frammenti di un calcare bianco alabastrino, a frattura minutamente lamellare o saccaroide, già citato dal Brocchi (4).

Tali sono gli appunti, che ho preso sulla costituzione geologica dei dintorni di Civitavecchia; se in seguito effettuerò altre osservazioni, mi farò un dovere di aggiungerle alla presente Nota.

(1) Boccardo G., *Sismopirologia-Terremoti, vulcani, e lente oscillazioni del suolo.* Genova 1869. V. Parte II.ª cap. VII. pag. 343 e seg.

(2) Chi bramasse notizie storiche ed archeologiche sulle Terme Taurine e sulla città di Civitavecchia, che trovasi fabbricata sul sito dell'antica *Centum-cellae*, può consultare specialmente le seguenti pubblicazioni: Frangipani A., *Storia dell'antichissima città di Civitavecchia.* Roma 1761; Torraca G., *Delle antiche terme Taurine esistenti nel territorio di Civitavecchia.* Roma 1761; Manzi P., *Descrizione dello stato antico ed attuale del porto, città, e provincia di Civitavecchia.* Prato 1837; Moroni G., *Dizionario di erudizione storico-ecclesiastica da S. Pietro sino ai nostri giorni.* Venezia 1842. (V. vol. XIII. e XIV.; Annovazzi V., *Storia di Civitavecchia dalla sua origine fino all'anno* 1848. Roma 1853; Jacquot F., *Civitavecchia. Topographie medicale etc. et notice sur les eaux thermales.* Paris 1853; *Voyage en chemin de fer de Civitavecchia à Rome à travers les souvenirs de l'histoire romaine et de l'antique Etrurie.* Histoire, archéologie, statistique par I. G. Rome 1860 avec une carte.

(3) Breislak alla pag. 51 della già citata Memoria dice di avervi rinvenuto un frammento di femore di bue.

(4) Brocchi G. B., *Catalogo ragionato di una raccolta di rocce* ecc. Milano 1817 pag. 136.

Sul deposito di salgemma di Lungro nella Calabria Citeriore.

Memoria del Socio TORQUATO TARAMELLI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

Una escursione nella provincia di Cosenza, fatta verso la fine dello scorso autunno, mi ha offerto l'opportunità di visitare la salina di Lungro, nel circondario di Castrovillari. La stagione poco propizia e lo scopo principale di quella gita, diretta all'esame delle condizioni geologiche del Vallo del E. Crati, mi hanno impedito di percorrere in tutta la sua estensione quel distretto salifero, il quale comprende una località presso il monte Tavolara, a circa sei ore da Lungro. Tanto meno poi ho potuto studiare i rapporti che ponno esistere tra la formazione salifera ed altre giaciture di minerali, come idrocarburi, alabastri e cinabro, che esistono a non grande lontananza intorno a S. Donato di Ninca.

Dovetti limitarmi a talune osservazioni stratigrafiche, le quali, nella scarsità dei dati che si posseggono su quelle regioni, mi sembrano da non doversi tacere; non fosse altro che per richiamare nuovamente l'attenzione dei geologi sopra un deposito, che a ragione destò la meraviglia del nostro Pilla e che richiede ancora moltissimi studî; così dal punto di vista puramente scientifico circa l'epoca di sua formazione e circa i fenomeni ai quali si collega, come dal lato industriale. Poichè non credo di essere solo nel ritenere che la coltivazione di quel meraviglioso ammasso di sale può esser resa più rimuneratrice pel governo e per la popolazione di quel comune.

La via più agevole e più diretta per recarsi a Lungro e precisamente alla salina, che è incirca quaranta minuti lontana e più in basso del paese, in riva al torrente Cozzo, sarebbe la carrozzabile per Firmo, che mette capo alla stazione di Spezzano Albanese. Ma questa via è la meno opportuna per riconoscere le condizioni geologiche della formazione salifera. Infatti decorre quasi sempre pei suoi diciotto chilometri di lunghezza attraverso il terreno pliocenico, costituito alla base di molasse con arenarie a *Vola jacobaea* ed a *Schizaster*, più sopra di sabbie e di conglomerati; oppure passa per alluvioni posglaciali dell'Esaro e dei suoi confluenti. Per la qual cosa, onde meglio intendere i rapporti tectonici del deposito in discorso, conviene piuttosto partire da Castrovillari, seguire la via carrozzabile di Firmo sino poco oltre a S. Basile, poi avviarsi sotto Saracena e giungere a Lungro per sentieri più o meno praticabili: attraversando così le vallicole che confluiscono nei torrenti Tiro e Garga. Se si tien d'occhio la catena dei monti calcari, che si svolge a destra di questo cammino con alpestre movenza, staccandosi dalle falde della Dirupata (1404^{m}), si può ammirare sotto a Saracena una bellissima gola, attraversata dal Garga e si trova l'aspetto del paese incantevole e svariato. Ma il mantenersi a lungo in questa contemplazione

non è molto facile; poichè abbandonata che si abbia la via carrozzabile e specialmente quando si attraversano le accennate vallicole, l'attenzione cade piuttosto sullo squallore del terreno che si percorre. Esso richiama, sebbene con qualche differenza, la conformazione assai nota delle argille scagliose o galestrine; colle stesse frane, colle stesse chiazze variegate, cogli stessi frammenti insieme confusi di interstrati calcareo-marnosi od arenacei; cogli stessi cristallini di gesso qua e colà scintillanti al sole; con quel terreno riarso, in mezzo a tanto rovinio dovuto allo scorrere delle acque torrenziali, tanto attive quanto temporanee.

A differenza dei galestri, quelle argille hanno una scistosità più marcata; sono a volta talcose, più spesso micacee; si alternano con calcari e con arenarie ricche di vene di quarzo. Gli interstrati sono del pari di un calcare piuttosto siliceo che marnoso e sono talvolta rivestiti di una vernice talcosa, diversa all'aspetto da quella notissima spalmatura di sostanza serpentinosa, che si avverte sui frammenti degli interstrati di alberese, travolti nelle frane del galestro. In complesso queste filladi argillose, di color plumbeo, erodibilissime, straordinariamente contorte, non differiscono gran fatto dagli scisti *tongriani* della Liguria e dell'alto Apennino pavese e piacentino. Specialmente sotto Saracena, ebbi campo di confermare l'asserzione del Pilla, allorquando dice (1) che la fillade passa per gradi ad un calcare, prima marnoso poi più puro; sebbene io non accetti ad occhi chiusi la determinazione di giurese-liassico, che il medesimo autore ed il Tchihatschoff (2) hanno proposta pel calcare accennato.

Il sig. prof. Domenico Lovisato, nella prima parte d'uno scritto che spero sarà continuato, nel Bullettino del r. Comitato geologico, parla di affioramenti di scisti paleozoici, argillo-micacei, rinvenuti lungo questa via. Io ho bensì rimarcato degli scisti analoghi a quelli che più a sud, nella medesima catena litorale, ricoprono la profonda formazione serpentinosa; ma per non aver riscontrata alcun'altra roccia del gruppo protozoico, e fatto avvertito per anteriori escursioni nell'Apennino settentrionale dell'aspetto proteiforme degli scisti eocenici, non mi azzarderei a seguire l'opinione del mio collega.

Il fatto si è che poco prima di Saracena e quindi in più siti verso Lungro ho osservato e raccolto negli straterelli calcari, alternati colle filladi, delle evidentissime *nummuliti*, spettanti per lo più a specie piccole; siccome è il caso dei banchi di tali radiolari, che si rinvengono a più livelli superiormente al massimo sviluppo dei calcari nummulitici del Friuli orientale e dell'Istria. Parmi di aver accertata la presenza delle specie seguenti:

Nummulites scabra Lamk., *biaritziana* d'Arch., *Ramondi* d'Arch., *complanata* Lamk., *variolaria* Schloth., *spissa* Defrance., *mamilla* d'Orb.; ma la loro precisa determinazione esigerà ulteriori e più minute diagnosi.

Che si tratti di un piano eocenico ed a preferenza dell'*eocene superiore*, però non ho alcun dubbio. Questo fatto rimane anche nel caso (che ritengo non molto probabile) che in questa regione argilloscistosa, eocenica, affiorino degli scisti paleozoici o protozoici.

(1) L. Pilla, *Trattato di geologia* (1851 vol. II. p. 181).

(2) P. de Tchihatschoff, *Coup d'oeil sur la constitution géologique des provinces meridionales du Royaume de Naples*. Berlin 1862.

Mentre la fisonomia litologica degli alberesi è alterata per più scuro colorito e per una generale infiltrazione di silice, avvenuta in un calcare a pasta molto uniforme; le arenarie quarzose, passanti talvolta a minute puddinghe, hanno il più caratteristico aspetto del *Flysch* alpino. Pur esse abbondano di quarzo, talora in belle geodi ed in venule cristalline; oppure hanno spalmature di ossido di manganese; ma sappiamo come tali accidentalità sieno comuni nella formazione eocenica dell'Apennino toscano ed umbro. Anche nel caso che sia questa medesima formazione che presso S. Donato di Ninca contiene del cinabro, non mancano esempî anche nell'Eocene della Toscana, del Friuli e dell'alta Valle dell' Isonzo, di cinabro e di mercurio nativo, contenuto in terreni di quest'epoca.

Epperò, tanto la presenza delle nummuliti, come il generale aspetto delle rocce e la stessa loro conformazione superficiale mi confermano nel ritenere dell'*eocene* superiore la formazione argillo-scistosa di Lungro, Saracena e dintorni di Castrovillari.

Mi affretto a soggiungere che con tale riferimento sono ben lontano dall' affermare indirettamente che tutta la massa calcare iustaposta al terreno argillo-scistoso ed arenaceo appartenga in parte al nummulitico propriamente detto e pel resto esclusivamente alla formazione cretacea.

La determinazione dell'epoca di quei calcari, sia nel gruppo del Pollino come nella catena litorale e negli staccati lembi del M. Cocuzzo (1542^m), del M. delle Fratte e del M. S.^{a} Lucerna (1238), è tutto lavoro da riserbarsi ai futuri geologi, che si sobbarcheranno al non lieve compito d'un dettagliato rilievo di quella contrada. Voglio soltanto porre fuori di dubbio come un fatto acquisito che la zona più orientale di questa massa calcare, presso alla accennata alternanza degli argilloscisti coi calcari nummulitici, appartiene pur essa all'eocene. Nè quivi soltanto; ma altresì alle falde del monte Pollino (2248^m), dove rinvenni insieme al calcare azzurrognolo, bianco-venato di Castrovillari, dei calcari brecciati con copiosissime nummuliti; a brevissima distanza di altri calcari, i quali per vero contenevano delle forme non molto dissimili dalle alghe clorospore (*Gyroporelle*) del trias alpino e dalle affini *Haplorellae* e *Dactyloporae* dell'eocene di Francia (1). La massa calcare di quei monti è potentissima e certamente, per quanto le singole formazioni siano contorte, comprende terreni di più epoche; forse anche del trias. Ma alla sua analisi devesi procedere cautamente, passo passo e senza troppa fidanza in qualche impronta od in qualche fossile isolato. Nel campo delle induzioni, l'ipotesi del sig. De Giorgi che il calcare del M. Cocuzzo appartenga al titoniano (2) non è da porsi in dimenticanza e si potrebbe ad essa accompagnare l'idea, che io mi sarei ora formata, che in gran parte quei calcari rappresentino il neocomiano e precisamente il *calcare rupestre* dell' Apennino centrale; rimanendo poi amplissimo margine per collocarvi orizzonti più o meno antichi. Il meglio che si possa fare al presente consiste, a parer mio, nel sospendere in proposito a questi calcari ogni giudizio; almeno sino a quando il sig. Lovisato avrà pubblicato le sue osservazioni su quella contrada, da lui ripetutamente percorsa.

Se rimane fisso, come non dubito, l'orizzonte eocenico-superiore per la formazione

(1) Munier-Chalmas, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 1877 ; Schimper und Zittel, *Handbuch der Palaeontologie* II. B. 1^a Liefer, p. 35.

(2) Cosimo De Giorgi, *Note geologiche sulla Basilicata*. Lecce 1879 p. 131.

argillo-scistosa, viene determinata l'epoca della *Salina di Lungro*. Imperocchè il deposito di salgemma, descritto dal Pilla, appartiene alla detta formazione per essere con essa constratificato, presso ed al di sopra dell'alternanza cogli ultimi strati nummulitici, ed al di sotto del progressivo sviluppo delle arenarie e delle puddinghe quarzose a minuti elementi, sempre alternate con rocce del tipo galestrino. L'ammasso di sale non ha nulla di comune colle formazioni plioceniche, le quali si spingono da Firmo sino a poca distanza dalla miniera; anzi, come bene osserva il Pilla, formano cappello alla fillade che comprende il deposito salino. Neppure si può questo riferire alle marne fogliettate, giallognole, che presentano dei pesci presso Altomonte e che facilmente appartengono al *messiniano;* al pari delle rocce analoghe, che ricoprono la serie miocenica presso Mendicino, nei dintorni di Cosenza. Il banco o dirò meglio il grande fascio di salgemma di Lungro è coinvolto, constratificato, sollevato e contorto colle argille scistose dell'eocene superiore.

Questa mia asserzione discorda da quanto hanno pensato, sebbene dubitativamente, il Pilla ed il Tchihatschoff. Poichè il nostro geologo propende a ritenere il deposito di Lungro come coevo colle gomfoliti plioceniche, le quali ricoprono la fillade; imaginandolo, non so come incuneato in questa. Ed il geologo russo, sebbene colla scorta di un dubbioso rinvenimento di *Ostrea flabellula* Lamk. riferisca quei terreni argillo-arenacei all'epoca del bacino di Parigi, riporta poi la formazione salina al *grès vert.*; però ritenendola contemporanea a quella di Cardonna, nella Catalogna, cui ulteriori studî hanno dimostrato appartenere all'epoca eocenica. Forse questa seconda idea non è in fondo molto diversa da quella che io sostengo; dovendosi interpretare nel senso che poteva avere quasi quarant' anni fa, quando la massima parte delle arenarie e degli scisti appenninici veniva riportata all'epoca cretacea; in quella guisa stessa che si riportavano al giura le masse calcari della medesima catena. L' opinione però del Pilla non può essere vinta da una semplica affermazione. Epperò accingiamoci a brevemente esaminare, colla scorta del medesimo autore e coi risultati di ulteriori osservazioni, la reale condizione stratigrafica del deposito di salgemma, nelle varie sue parti e nelle sue relazioni colla formazione argillo-arenacea, della quale sembrami posto fuori di questione l'orizzonte geologico.

La descrizione, che dà il Pilla nella breve nota a pag. 181 del secondo volume del suo trattato, è così succinta ed esatta ad un tempo che io non posso a meno di qui riprodurla.

« La salina di Lungro essendo al tutto sconosciuta, e pareggiando in grandezza le più famose saline del globo, stimo utile cosa di darne qui una succinta notizia, la quale estraggo dalle note scritte in un mio viaggio in Calabria.

« Il salgemma di quel paese forma un enorme ammassamento, nel quale allorquando lo esaminai nel 1835 erano aperte ampie ma disordinate gallerie, disposte in quattro piani. Nel più basso di questi si scendeva per 1200 scalini intagliati tutti nel sale, senza che si toccasse il termine inferiore del deposito. Il quale perciò è fatto interamente di una massa di sale ora bianco e purissimo, ora bigio e men puro, *non interrotto da sostanza di altra natura* (1) non da argilla, non da gesso; per modo

(1) Il carattere corsivo di questo inciso è l'unico neo di questa bella Nota del nostro geologo, il quale forse non si sarà imbattuto ad esaminare le gallerie presso ai margini del deposito.

che messo una volta il piede nel deposito salino non si vedea altra cosa che sale infino al punto più basso della miniera. Quanto alla sua giacitura ecco quello che osservai. I monti dintorno sono composti di fillade, che passa ad altri scisti cristallini. Sopra questi scisti e quasi come cappello son posti brani di calcare secondario, diramazioni interrotte del prossimo Apennino di Castrovillari. La fillade è ancora ricoperta verso i punti più bassi dalla gomfolite subapennina, la quale riempie gran parte della prossima valle di Cosenza. Il deposito salino è come incassato nella fillade ed ha per coperchio un grosso cappello di gomfolite. Il perchè sembra si possa riferire a quest'ultima formazione. Ma questo mio avviso merita di essere verificato, tanto più che gli altri accumuli di salgemma in Italia si devono riferire a periodi più antichi ».

Altri particolari, che ponno servire a modificare qualche parte di questa descrizione e dei quali ho potuto constatare la realtà, trovansi nella bella monografia delle Saline del regno d'Italia, pubblicata dalla divisione generale delle Gabelle, per cura del sig. comm. Luigi Bennati. Si afferma quivi che gli strati di sale, specialmente nella parte superiore del deposito, sono alternati con strati paralleli di argille salate e di marne: che gli strati sono inclinati di 45° (verso nord-est) nella parte superiore ed assai più prossimi alla verticale nella parte più profonda; che il campo coltivato è di circa 100 metri di larghezza per 300 di lunghezza, con sezione irregolarmente elittica; quasi una grande lente, constratificata colle argille; che gli scavi infine si sprofondano 220 metri, senza che vi sia indizio di diminuzione del minerale.

Si afferma d'altronde esser quel sale senza confronto il migliore che sia somministrato dalle saline del regno, per la purezza, pel sapore e per la sua bianchezza quando è rivolto in polvere; il che è anche dimostrato dalla seguente analisi, dovuta al chiarissimo sig. prof. Bechi.

Acqua	0,021
Materie insolubili	0,044
Solfato di soda	0,140
Solfato di calce.	0,006
Cloruro di calcio	0,015
Cloruro di magnesio	0,005
Cloruro di sodio	9,769
	10,000

La produzione attuale della salina è di 60,000 quintali, al costo di L. 2,90 al quintale; però, anche nella presente condizione dei lavori, potrebbe toccare i 400,000 quintali, qualora non fosse limitata al consumo nelle sole provincie calabresi. Le scale e le gallerie sono ampie e ben costrutte; quasi letteralmente asciutte in ogni stagione dell'anno. I lavori rimontano ad epoca antichissima. Esistono documenti i quali provano che nel secolo dodicesimo questa salina era di proprietà dei conti di Bragalla, signori di Altomonte. Passò in proprietà del Demanio sotto il Regno di Murat e datano d'allora i lavori abbastanza regolari, che tuttora si osservano. La salina è poi perfettamente asciutta, per essere il deposito coinvolto nell'argilla e quasi privo di sali efflorescenti.

Io osservai assai frequentemente la zonatura del salgemma per interstrati argillosi e per impurità, che ne alteravano la tinta; e queste zone, contorte nel modo più mirabile, si dispiegano sulle pareti delle gallerie. Vi è una varietà di salgemma perfettamente diafana, a clivaggio cubico, la quale è esclusiva ai margini del deposito

e delle sue digitazioni nella fillade. Alcuni vorrebbero ritenere questa varietà come una prova di una fusione subita dal salgemma (1). Io però, senza escludere che un certo quale aumento di temperatura abbia influenzata la formazione intera anche solo per i disturbi meccanici, causati dal sollevamento, non vorrò spingere questo aumento sino al punto di fusione del sale, il quale sappiamo essere a 776°.

Ove l'alternanza delle argille salate non fosse prova sufficiente dell'origine sedimentare del sale di Lungro, come di tutte le saline conosciute, lo proverebbe una interessante osservazione, che ho potuto stabilire sopra un campione rossigno di questo sale; osservazione che mi fu suggerita dall'aver letto nel *Corso di geologia* dell'illustre mio maestro, l'abate Antonio Stoppani, come nel sale di Cardonna i sig. De Serres e Iolly avessero scoperto degli avanzi di infusori.

Sciolto nell'acqua pura un piccolo pezzo del detto sale ed esaminato il deposito con un ingrandimento di 700 diametri, rimarcai abbondanti vestigia organiche, di cui presi il disegno e confrontai le forme con talune viventi; aiutato in questo dall'egregio mio collega ed amico, il prof. Leopoldo Maggi. Abbondantissime erano le verghette silicee di *Synedra* analoghe alla *Syn. tenuis* di Kutzing o *Syn. acus* di Ehremberg. Meno frequenti ma ancora abbastanza comuni a tutte le prove si presentarono dei cilindretti a sezione distintamente a doppio contorno, con granulazioni giallo-aranciate, riferibili al genere *Melosira*; del quale genere una specie, la *M. Salina*, trovasi comunissima nelle acque salse delle lagune. Altre forme, irregolarmente triquetre e con rialzo piramidale al centro, richiamavano il genere *Surirella*, tuttora comune anche nelle acque dolci. Finalmente erano frequenti delle masse di un bellissimo colore azzurro endaco, le quali con tutta probabilità avranno fatto parte di qualche altra diatomeacea o di semplicissimi protozoi. Il campione in parte disciolto erami stato inviato tre anni or sono dal sig. Lovisato e molto deplorai che per non averlo esaminato prima della mia quasi improvvisa escursione nella Calabria, non abbia pensato di raccogliere o di farmi spedire più abbondante materiale per continuare ora le interessanti osservazioni in argomento.

Assoggettai anche all'esame microscopico l'argilla salata, che comprende frequentemente delle amigdale di gesso terroso; ma non rinvenni che granulazioni organiche, senza forma specifica.

Di molluschi non vidi traccia, così nelle argille salate come nella fillade circostante al deposito; per la mancanza di fossili che la formazione generalmente presenta in tutto il sistema apenninico, non do molto peso al rinvenimento dell'*Ostrea* dubitativamente determinata dal geologo russo. E ciò a tanto maggior diritto perchè questo genere abbonda assai nelle rocce plioceniche poco lontane dalla salina e presenta forme specifiche assai varie e di assai difficile determinazione, sopra un solo esemplare.

In quanto alla composizione del sale osservo che esso non molto diversifica da

(1) Fra coloro che hanno pensato alla origine endogene di questo deposito salino citerò il Montagna (*Generazione della Terra* p. 148-49 Torino 1864) e colgo questa occasione per ricordare i molti fossili calabresi e specialmente dei monti calcari di Castrovillari, che l'autore denomina e figura. Sono la più parte nerinee, con qualche cefalopodo, di specie non molto definite; ritenute le indicazioni esatte, sono ad ogni modo di buon augurio per chi si porrà ad uno studio stratigrafico di quelle regioni.

quello di Volterra, spettante ad un piano geologico più recente. Riporto in calce questa analisi per osservare come nel sale di Lungro, oltre alla tenue quantità di gesso, si avveri un minore contenuto di cloruro di magnesio; uno dei sali, che per esser più solubile abbondano nelle regioni superiori dei depositi salini (1).

Per la qual cosa si potrebbe supporre che il deposito attuale di Lungro non rappresenti che la porzione più profonda di un più ampio ammasso, abraso in alto durante uno dei periodi continentali anteriori al pliocenico.

L'accennata profondità di 220^{m} degli scavi sino al presente praticati, stante la posizione assai inclinata dei banchi di sale, non può dare se non indirettamente e con molta incertezza lo spessore del deposito; nè meglio servirebbero le altre misure della sua sezione orizzontale. Fosse pure soltanto di un centinaio di metri, siccome gli interstrati per quanto potenti non rappresentano che una piccola parte dell'ammasso salino, così rimarrà sempre questo di Lungro uno dei più grandiosi giacimenti salini dell'Europa.

Il gesso, oltre che le accennate piccole mandorle nell'argilla salata, forma dei più grandiosi depositi appena a nord-ovest della bocca della miniera. È difficile il rilevare le condizioni stratigrafiche di questi banchi di gesso, per le straordinarie curvature e per lo stato di superficiale sfacelo che mostra la località, specialmente nella valle. Però è probabile che appartenga al letto della formazione salifera; stantechè la successione generale dal basso all'alto, a mio avviso, è da nord a sud. Anche questo gesso è terroso o granuloso; non saccaroidè e tanto meno speculare come quello dell'Apennino settentrionale. Non saprei ascrivere questo piano gessifero e quello quasi coevo dei cristallini selenitici, sparsi nelle argille di Saracena, all'orizzonte parimenti gessifero di Cerenzia, alle falde meridionali della Sila, del quale parla incidentalmente il professore Lovisato nello scritto suaccennato.

Avrei finito e le cose qui esposte sarebbero semplicissime, se non mi rimanesse a combattere una obbiezione, la quale assai naturalmente emerge dal fatto non sfuggito al nostro Pilla, che a Lungro, a Saracena, a Castrovillari (e forse anche nelle vicinanze di S. Donato di Ninca, S. Marco e Mongrassano) il calcare, neocomiano o giurese che sia, riposa sulla fillade argillo-micacea e sulle arenarie con questa alternate; e per conseguenza sulle brecce nummulitiche e sugli interstrati cogli stessi fossili, che io ho trovato abbastanza comuni nei dintorni di Castrovillari sino a Lungro. Ed a questo proposito io mi limiterò a ricordare come per non aver voluto ammettere un rovesciamento analogo a quello che qui risulta dei caratteri paleontologici e dalle analogie litologiche le più evidenti, il Morlot aveva disconosciuta la reale inferiorità stratigrafica dei calcari nummulitici e dei sottoposti calcari cretacei dell'*Istria* e dei dintorni di Trieste, in confronto del *tassello*, non molto diverso dalla fillade in discorso; il quale errore, prima assai che dallo Stache e da me, fu rilevato e corretto

(1) La composizione del sale di Volterra, sempre secondo le analisi del sig. Bechi è la seguente:

Acqua	0,025
Materie insolubili	0,002
Solfato di soda	0,149
Cloruro di magnesio	0,039
Cloruro di sodio	9,785
	10000

dai sig. Chiozza e Cornalia. Nè trascuro di osservare che un tale rovesciamento delle serie argillo-scistosa ed arenacea, al contatto col calcare eocenico e quindi mesozoico della catena littorale, è in parte dimostrato in fatto dalla maggiore inclinazione nella parte più profonda della salina, quale risulta anche dalla suaccennata *Monografia*; per modo che approfondandosi gli scavi è da sospettare che la inclinazione si faccia a sud-ovest; accennando alla sinclinale, che a mio avviso appoggia l' altra gamba alle falde della Sila ed in parte anche affiora colla tuttora problematica formazione calcareo-scistosa di Spezzano-Albanese, Terranuova di Sibari e Chiusa di Tarsia. Formazione questa, che certo non vorremo noi continuare a riconoscere come giurese per averla in tal modo definita il Tchihatschoff quarant'anni or sono e per avervi il sig. Rath rinvenuto qualche entroco di crinoide, nella sua rapida escursione nella Calabria del 1869. Poichè la presenza delle nummuliti ci dà un prezioso indizio cronologico, io penso che con tutta sicurezza si possa ad esso prestar fede; attendendo poi che altre osservazioni possano meglio definire i precisi rapporti tectonici, sempre più complicati e più difficili a rilevarsi di quanto lo possa dimostrare una carta geologica ad uno spaccato. Spero che non andranno perdute le osservazioni che il mio egregio amico e collega prof. Lovisato ha fatto indubbiamente anche in questa porzione della Calabria e sarò lieto se potranno eziandio in proposito alla Salina di Lungro arricchire la geologia italiana in misura molto più abbondante di quanto io abbia potuto fare con una rapidissima escursione.

Termino col ricordare, insieme al deposito salino, la popolazione del comune di Lungro, della quale una buona parte, cioè circa 400 uomini, lavora nella miniera. I più, instancabili e pazienti come formiche, salgono e scendono in doppia corrente quel migliaio e mezzo di gradini, nudi, trafelati, ansanti; e salgono portando sul dorso almeno quaranta chilogrammi di sale. Altri con grande abilità, profittando di un cotal clivaggio marcatissimo della roccia, ne sfaldano dei grossi parallelepipedi, che con grande rumore cadono sul suolo delle ampie camere di escavo, si rompono in pezzi minori e danno poi da fare alla categoria dei cernitori. Il materiale meno puro, che però contiene sempre almeno quattro quinti di sale viene gettato negli sterri e disperso da un rivoletto presso la bocca della miniera. All'estremità di un pozzo vidi un argano, ma non funzionava. Il trasporto a spalle è più economico, e quella gente non guadagna più di una lira al giorno.

Trattandosi di sale, cioè di una materia che per quanto necessaria non potrebbe esser pagata oltre una certa misura assai limitata anche nel caso che non costituisse una privativa del governo; e più ancora trattandosi di un'impresa mineraria tutt'altro che trascurata dai tecnici, che hanno approntato progetti di lavori, di pozzi, di gallerie e di strade, io non vorrò certamente nè muovere alcun lamento nè fare veruna proposta. Al naturalista tornò assai consolante quel bel saggio del carattere calabrese, che dà il popolo di Lungro; nè fu quella la sola occasione, in cui mi persuasi che nessuna popolazione meglio di quei montanari potrà dimostrare col tempo la fallacia di un proverbio, che alla bellezza della natura pone in desolante contrasto la tristizia della gente.

Sulle Relazioni della Commissione nominata dal Governo Ungherese per gli studi sulla Tisza, sul Danubio, e sulle difese alla Cittá di Szeghedino.

Nota del Socio P. BARILARI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

Ho l'onore di presentare all'Accademia le relazioni di una Commissione d'Ingegneri stranieri (1) chiamati dal governo Ungherese per esaminare gli studî di regolazione della Tisza, e del Danubio, e per proporre le opere di difesa alla città di Szeghedino quasi interamente distrutta dalla inondazione del marzo 1879.

In queste relazioni sono trattate le materie seguenti:

1° Le opere di difesa contro le inondazioni della città di Szeghedino;

2° La regolazione della Tisza, e di alcuni tra i suoi principali influenti;

3° Il miglioramento della navigazione del Danubio tra O-Moldova e Turn-Severin;

4° La stima della spesa di costruzione di un canale con chiuse sul Danubio al passaggio delle porte di ferro;

5° La regolazione del Danubio a Budapest.

È un volume di 347 pagine pubblicato in lingua Ungherese e Francese a Budapest a cui è annesso un Atlante composto di n. 14 tavole di disegni che comprendono la pianta della città di Szeghedino colla indicazione delle progettate opere di difesa; i diagrammi delle massime piene annuali della Tisza desunti dalle osservazioni giornaliere agl'idrometri di varie località; alcune piante delle cateratte del Danubio tra O-Moldova e Turn-Severin; ed i disegni planimetrici ed altimetrici del canale con chiuse proposto alle porte di ferro.

Le materie di cui si è occupata la Commissione, della quale ebbi l'onore di far parte, hanno una grande importanza per l'Ungheria, ma comprendono eziandio gravissime quistioni d'idraulica fluviale, e perciò assumono altrettanto interesse in riguardo alla scienza delle acque. Perlocchè ho stimato opportuno alla presentazione di questi lavori di aggiungere per sommi capi le considerazioni, ed i criterî che hanno guidato la Commissione nello adempiere l'incarico commessogli dal governo Ungherese.

A tutti è nota la catastrofe di Szeghedino, e credo che giammai si manifestasse una emozione così generale e profonda. L'Europa, l'Asia, l'America, e

(1) La Commissione venne così composta: P. Barilari, vice-presid. del Consiglio superiore dei Lavori pubblici d'Italia; L. Gros, ispettore generale dei ponti, e strade di Francia; L. Jacquet, ingegnere in capo di ponti, e strade di Francia: J. A. A. Waldorp, ingegnere in capo di Olanda; Th. Kozlonski, direttore governativo dei lavori dell'Elba in Prussia.

l'Africa stessa mandarono larghi soccorsi, e l'Italia che ben comprende la misura dei mali derivabili dalle inondazioni si mostrò non meno generosa delle altre nazioni civili.

Si ha una languida idea di così grande disastro dalla pianta della città di Szeghedino (veggasi la tav. I. dell'Atlante), ove sono indicate con tinta nera le case rimaste in piedi, ed a semplice contorno quelle distrutte dalle acque.

La piena della Tisza ebbe principio verso la fine del febbraio dello scorso anno toccando il suo colmo al 5 marzo successivo. Poi si verificarono rapidi abbassamenti nel tratto di fiume che fronteggia la città a causa di una rotta avvenuta nell'argine destro a circa 20 chilometri superiormente.

La inondazione dapprima ristretta andò man mano dilatandosi per rotture di argini trasversali sino a giungere alla diga della strada ferrata che per alcuni giorni potè difendere la città interposta tra essa diga e l'argine destro del fiume. Sforzi sovrumani furono fatti per sostenerla, al di là della quale erasi formato un immenso bacino d'inondazione, le cui acque spinte da furiosi venti contro la debole difesa giunsero il 12 dello stesso mese a formare una breccia, ed a rovesciarsi con una caduta di oltre quattro metri sull'intera città.

La catastrofe avvenne verso la mezzanotte; la popolazione nella lotta di vari giorni avea preso un poco di confidenza; tutti quelli che non erano sui lavori si trovavano immersi nel sonno. La distruzione di vari quartieri fu così rapida che molte famiglie si destarono, malconcie e morienti, sotto le rovine delle proprie case. In quella notte fatale una superficie di 720 ettari coperta da fabbriche andò esente dalla inondazione appena per la ventesima parte; più di 5000 case vennero distrutte; e circa 150 abitanti perderono miseramente la vita.

Il Paleocapa che nell'anno 1846 era stato chiamato dal governo Ungherese per dare il suo parere sulla regolazione della Tisza suggeriva la deviazione dell'influente Maros a garanzia della città di Szeghedino. Non essendo stato eseguito il lavoro nacque in molti il dubbio che da tale omissione fosse principalmente derivata la catastrofe, ma dalla conoscenza del luogo in cui avvenne la rotta il dubbio dispare, ed il disastro debbesi unicamente attribuire a quelle cause che sogliono più o meno frequentemente verificarsi nei fiumi arginati, le cui piene si elevano in grande misura sul livello delle laterali campagne.

È bensì vero, che l'arginamento della Tisza, ed i troppo numerosi tagli o raddrizzamenti eseguiti dal 1846 in poi nei tronchi superiori hanno prodotto una notevole elevazione delle piene, di cui la catastrofe di Szeghedino ne è stata la conseguenza. Una maggiore parsimonia nei tagli, o avrebbe evitato il disastro, o i danni causati dalla inondazione sarebbero riesciti notevolmente minori.

La Commissione era nell'alternativa, o di proporre i mezzi opportuni per abbassare le piene della Tisza, ovvero le opere necessarie a difendere la città. Ma un fiume di grande portata e di minima pendenza difficilmente ritrova nelle risorse della scienza il mezzo di deprimere le piene in guisa da renderle innocue. Si ha un bel proclamare l'imboschimento dei monti, ed altre opere dirette ad impedire la troppo rapida discesa delle acque, ed il loro nocivo elevamento nei tronchi pianeggianti; ma noi vediamo ovunque che le piene continuamente si alzano; che le inondazioni sono ognor più

frequenti; e che ad ogni momento si hanno a deplorare i gravissimi danni che sogliono avvenire per rotte nei fiumi arginati.

Fu per conseguenza prescelto il partito della difesa locale. Quanto alla deviazione dell'influente Maros, che sbocca nella Tisza di fronte alla città di Szeghedino si trovò opportuno l'aggiornamento attesa la gravissima spesa all'uopo necessaria.

Dagli accurati studî planimetrici ed altimetrici eseguiti dagl'ingegneri del governo la Commissione potè riconoscere che se un ventre di piena si verifica d'innanzi alla città a causa delle piene contemporanee della Tisza e della Maros, non è neppure estranea a questa elevazione delle acque la ristrettezza dell'alveo. Onde rimettendo ad altro tempo la deviazione della Maros la Commissione ha suggerito di allargare convenientemente la sezione del fiume nella traversata di Szeghedino mediante spostamento della ripa, e dell'argine sinistro.

Per la immediata difesa della città è stato proposto l'ingrossamento dell'argine, ed il suo alzamento in guisa da raggiungere il franco di m. 1,50 sulla massima piena. Quest'argine verrà a costituire un magnifico *quai* lungo circa due chilometri, il quale unito alla formazione di ampie banchine e fiancheggiato da piante costituirà un ameno passeggio a decoro della città offrendo allo stesso tempo maggior comodo al movimento commerciale.

A garanzia di Szeghedino dalle inondazioni provenienti dalle rotte superiori la Commissione non si trovò concorde. Alcuni proposero l'alzamento delle strade interne per ricostruire la città ad un livello insommergibile, e la formazione di una grande diga di circonvallazione pure insommergibile. Altri stimarono più pratico e conveniente il partito di erigere una robustissima diga a grande distanza dalla città in guisa da comprendere un tratto della strada ferrata non che la stazione con tutti i fabbricati accessorî. La seconda proposta ha il vantaggio sull'altra di permettere la immediata ricostruzione delle case, e di offrire una rilevante economia nella spesa.

Una recente relazione cortesemente favoritami dal sig. Tisza commissario reale per la ricostruzione di Szeghedino spiega le ragioni che hanno indotto il governo a preferire il secondo progetto, in base al quale i lavori si trovano in corso di esecuzione, e vengono spinti con tanta alacrità da far presagire il loro compimento entro la prossima primavera. Anche la ricostruzione delle case, e la sistemazione delle strade procede rapidamente di guisa che in brevissimo tempo la seconda città dell'Ungheria con una popolazione di oltre 75 mila abitanti, e con un commercio attivissimo verrà rimessa in condizioni anche migliori di quelle in cui si trovava anteriormente al disastro. Presento all'Accademia il piano della nuova Szeghedino, e la sua veduta a volo d'uccello, che forma allegato alla relazione anzidetta.

Il Monarca dell'Ungheria nel visitare i luóghi appena avvenuta la catastrofe disse che Szeghedino sarebbe risorta più grande e più bella. La promessa Sovrana raccolta dal governo è sulla via di essere tradotta in un fatto compiuto.

La seconda relazione prende a considerare l'intero corso della Tisza, e le opere di sua regolazione. Gioverà premettere un poco di storia di questo grande influente del Danubio.

La sua origine è da quella parte dei monti Carpati che si stende nella Gallizia e nella Bukovina. Dopo di avere ricevuti numerosi torrenti di non grande portata i

due rami denominati la Tisza bianca, e la Tisza nera si uniscono e vengono a formare il gran fiume Ungarico. Da Tisza-Ujlak al suo sbocco nel Danubio è costantemente navigabile. La lunghezza della valle è di circa 600 chilometri, ma in causa delle molte sinuosità e dei suoi meandri il corso della Tisza anteriormente al 1846 era di chil. 1206 ridotto a chil. 728 a causa degl'operati tagli. In questo lungo cammino vi entrano grossi e numerosi influenti di cui i principali in parte navigabili sono la Szamos, la Bodrog, la Sajos, le tre Koros, e per ultimo la Maros di fronte a Szeghedino. Le esperienze fatte con molta accuratezza dagl'ingegneri Ungheresi danno la portata delle massime piene di m. 4000 circa. Le pendenze variano da m. 0,15 nei tronchi superiori a poco più di un centimetro per chilometro nell'ultimo tronco.

Anteriormente al 1846 la Tisza era disarginata; quindi continue le inondazioni, e molta parte della sua immensa valle in uno stato paludoso.

Gli studî per la sua regolazione vennero incominciati dagl'ingegneri Ungheresi nel 1830. Il Paleocapa disse di non conoscere altro paese d'Europa in cui si fossero eseguiti così vasti, e diligenti studî idrografici. Giunse persino a credere che si fosse fatto nell'Ungheria contrariamente a quanto si ebbe a praticare in altri Stati, ove vennero intraprese opere idrauliche senza avere abbastanza maturatamente ed estesamente studiato la natura dei fiumi sui quali le dette opere vennero eseguite. Egli credette quasi che la soverchia serie degli studî ritardasse l'attuazione dei lavori che era lo scopo principale pei quali erano stati commessi.

Solo nel 1844 l'ispettore della navigazione sig. Vàsàrhelyi per incarico del governo e colla scorta degli studî accennati presentò un progetto di regolazione della Tisza, ma in causa del brevissimo tempo concessogli venne da lui stesso dichiarato preliminare, e giudicato incompleto.

Propose il detto ispettore di eseguire n. 101 tagli nelle grandi risvolte della Tisza, prognosticando che forse durante la esecuzione altri ancora ne sarebbero occorsi. Coll'accorciare di più di una quarta parte il corso del fiume, ed ottenere così un aumento di pendenza, ed una diminuzione di resistenza al libero deflusso delle acque attesa la soppressione delle frequenti ed acute svolte pensò che il fiume dovesse rimanere pressochè interamente incassato nel suo alveo profondo.

Quale operazione secondaria suggerì l'arginamento pel timore che ad onta dell'accresciuta pendenza potessero le alte piene sovrastare le sponde naturali del fiume.

Il Paleocapa invece avrebbe voluto che la base fondamentale della regolazione della Tisza consistesse nell'arginamento da Tisza-Ujlak sin verso la foce. Questa arginatura, egli dice, sarà continua, o per parlare più esattamente costituirà un sistema continuo, legando gli argini a tratti a tratti coi terreni elevati della sponda dove le acque più alte sono naturalmente contenute, e questo sistema si adotterà dall'una e dall'altra sponda.

Per la materiale esecuzione delle arginature la Memoria del Paleocapa contiene una serie di prescrizioni pratiche, che Egli idraulico insigne poteva e sapeva magistralmente insegnare.

Quanto ai tagli fu ben lontano dall'associarsi all'opinione dell'ingegnere Ungherese. Dottissime considerazioni sulla natura delle acque scorrenti per gl'alvei dei fiumi indussero il Paleocapa a giudicare, che il numero dei tagli proposti dal sig. Vàsàrhelyi

potesse riuscire dannoso; che di così fatte opere se ne dovesse fare grande parsimonia; e che nella Tisza si dovesse limitare il numero a soli quattordici.

Nel corso di oltre 30 anni l'arginamento continuo venne in massima parte eseguito a spese degl'interessati riuniti in associazioni, o come noi diciamo in consorzi. I tagli pei quali il governo assunse la esecuzione a proprie spese furono fatti in maggior numero di quelli che dal Vàsàrhelyi erano stati proposti, e non soltanto lungo il corso della Tisza, ma benanche in alcuni dei principali influenti. Altri tagli sarebbero in via di progetto specialmente per abbreviare il corso di qualche influente.

Non è ora il caso d'indicare, e meno di discutere le cause, che indussero il governo Ungherese a far eseguire tanti tagli, nonostante la contraria opinione del Paleocapa. Si noterà soltanto che i lavori venivano intrapresi a carico del governo, e che nell'Ungheria come in tutti i paesi del mondo quando il Governo paga, le domande sono innumerevoli ed insistenti, ed hanno il più delle volte un interesse locale o privato.

Tra le primitive proposte del sig. Vàsàrhelyi, le modificazioni suggerite dal Paleocapa, e la effettiva esecuzione dei lavori la Commissione non esitò a riconoscere che ottimo sarebbe stato il partito di attenersi rigorosamente ai precetti del sommo Idraulico Italiano. Essa per conseguenza ha suggerito di completare l'arginamento, e di irrobustire le dighe già costruite. Prevedendo poi che da ciò possa derivare una maggiore elevazione delle piene nei tronchi inferiori, sia per le impedite espansioni, sia pel diminuito numero delle rotte ha riconosciuto necessario di assegnare agli argini un abbondante franco sulla massima piena finora verificatasi, ed ha prescritto che questo franco sia almeno di un metro con una larghezza di m. 7,00 alla corona degli argini, non senza gli opportuni rinforzi di banche ovunque per la specialità dei luoghi ne sia riconosciuta la convenienza.

Ove la sezione delle acque alte è soverchiamente ristretta; nei tratti in cui gli argini hanno un andamento viziosissimo; e dove sono temibili le rotte per l'urto dei ghiacci si sono suggerite parziali modificazioni di tracciato. In quelle località delle golene in cui il soverchio ingombro delle piante impedisce il libero corso alle acque, si è consigliato il taglio delle piante stesse. Nè si è omesso di dare le opportune istruzioni, affinchè i lavori di terra per ingrossamenti ed alzamenti delle arginature vengano eseguiti con quelle buone regole d'arte tanto necessarie a rimuovere i pericoli provenienti dalle filtrazioni. Finalmente non si è mancato di suggerire che un apposito regolamento contenga le norme per la conservazione e manutenzione degli argini; che in tempo di piena siano prese le necessarie misure per la trasmissione degli avvisi alle popolazioni interessate; e che per tutti i lavori, niuno eccettuato, le società o associazioni debbano dipendere dall'amministrazione centrale superiore, in guisa che ogni opera non possa essere eseguita senza il parere favorevole degl'Ingegneri del governo, e l'approvazione di un Consiglio Superiore dei lavori pubblici. da istituirsi presso il Ministero delle comunicazioni, e lavori pubblici.

La Commissione è pure entrata un poco nel campo amministrativo. I lavori di arginamento, come si è già detto, vengono eseguiti dagl'interessati riuniti in associazioni, alcune delle quali si trovano in condizioni finanziarie floridissime, ed altre

con mezzi insufficienti ai bisogni. Si è perciò suggerito la creazione di un fondo comune affinchè le prime possano sussidiare le altre, e così raggiungere lo scopo di una sistemazione completa, ed uniforme.

Quanto ai tagli, la Commissione riconoscendo eccessivo il numero di quelli già eseguiti ha raccomandato la massima parsimonia per gli altri che sono in via di progetto, non escludendo bensì una qualche rettificazione ove fosse richiesta da specialissime condizioni di località, e particolarmente dalla difesa di luoghi abitati. Nè si è creduto di dover escludere nuovi tagli nell'ultimo tronco da Szeghedino al Danubio, ove l'aumento di pendenza e la soppressione delle risvolte possono avere una benefica influenza nel corso delle acque al momento delle grandi piene.

Sono queste le principali avvertenze, e le norme generali suggerite dalla Commissione per completare la regolazione della Tisza. Nel corso di oltre 30 anni, Società e Governo in arginature ed in tagli hanno impiegato una somma che non molto si discosta dai 100 millioni. Forse altrettanta spesa sarà necessaria pel compimento, e perfezionamento degli argini, per lo scolo delle campagne, e per procurare a quelle ubertose terre il benefizio delle irrigazioni mediante le acque degl'influenti. Ma dopo lungo tempo, e grande sacrifizio di danaro l'Ungheria aumenterà talmente la ricchezza del suolo da essere largamente ricompensata.

Nella terza, e quarta relazione è trattata la gravissima quistione della navigazione del Danubio tra O-Moldova e Turn-Severin. Ivi per una lungezza di oltre 100 chilometri, a cagione dei banchi di roccie che attraversano il letto del fiume, e delle esistenti cateratte, la navigazione è oltremodo difficile in ogni tempo, pericolosa nelle basse acque ordinarie, ed assolutamente in vari punti impraticabile nelle acque magre. Il miglioramento di questa parte del Danubio interessa non solo alla prosperità degli stati rivieraschi, ma può dirsi anche al commercio Europeo. Nel trattato di Berlino fu stabilito all'art. 57 che le opere necessarie a rendere permanente la navigazione del Danubio in quella località dovessero eseguirsi dal governo Austro-Ungarico.

Già nel 1874 una Commissione internazionale nominata dai governi Austro-Ungarico ed Ottomano avea presentato un progetto completo pel miglioramento della navigazione in quel tronco di fiume. Essa prese a considerare le singole località ove le rapide rendono oltremodo difficile, o anche per vari mesi dell'anno impossibile il navigare, e per ognuna di esse propose la formazione di un canale regolare largo m. 60,00, e profondo m. 2,00 da destinarsi esclusivamente alla navigazione. Oltre il taglio delle roccie diretto a raggiungere la indicata profondità, la Commissione internazionale non mancò di provvedere, ovunque si fosse manifestato il bisogno, lo stabilimento di dighe insommergibili allo scopo di regolarizzare la pendenza, la direzione, e la velocità delle acque scorrenti entro il canale navigabile.

La Commissione dopo di avere attentamente visitati i luoghi accettando la profondità e larghezza della sezione navigabile si è limitata a proporre una qualche modificazione nei tracciati tanto del canale, come delle dighe.

La maggiore divergenza tra le proposte della Commissione del 1874, e quella del 1879 è insorta pel passaggio più difficile del Danubio denominato le porte di ferro. Ivi in una lunghezza di m. 2091 si ha una rapida di m. 4,61 in guisa che

la navigazione è difficile e pericolosa anche con le acque più favorevoli, ma assolutamente impossibile ad acque basse.

Si è studiato il difficile problema delle porte di ferro con la più grande attenzione, e la Commissione ha dovuto unanimemente convincersi che la semplice formazione di un canale largo m. 60 fra dighe insommergibili, quale venne proposto dalla Commissione internazionale del 1874 riescirebbe insufficiente per una perenne e sicura navigazione. Ha perciò creduto necessario di aggiungere al canale la formazione di due chiuse o sostegni quali si vedono rappresentati nella tav. 14 dell'Atlante.

La spesa di questo grande manufatto viene determinata nella quarta relazione in dodici milioni.

Finalmente la quinta relazione tratta la gravissima quistione del Danubio a Budapest.

Lavori considerevoli sono stati eseguiti sul gran fiume dal 1872 in poi presso la capitale dell'Ungheria, tendenti a migliorare la navigazione, ed a proteggere la città contro le inondazioni.

Al punto di vista della navigabilità nella traversata di Budapest il successo è stato completo, ma in quanto ai pericoli delle inondazioni è insorto il timore non infondato che le gravissime spese occorse, e le opere eseguite a valle della città, contribuendo a maggiormente elevare il livello delle piene possano produrre un effetto del tutto contrario a quello che dagl'ingegneri autori del progetto era stato presagito.

Il Danubio appena traversata la capitale si divideva in due rami denominati Soroksar a sinistra, Promontor a destra formanti l'isola di Ksepel lunga circa 50 chilometri. Il ramo sinistro, la cui portata si valuta di circa una terza parte della totale del Danubio è stato intieramente soppresso con diga insommergibile restringendo contemporaneamente la sezione del fiume nel tratto superiore alla biforcazione. Tutto il corso è ora ridotto nel ramo destro Promontor, ove dalle osservazioni idrometriche fatte all'idrometro di Budapest, e dal confronto con quelle praticate in altri idrometri del tronco superiore, osservazioni e confronti sullo stato delle acque prima e dopo la esecuzione dei lavori evidentemente apparisce una notevole elevazione delle piene. Questi dati di fatto, riconosciuti dagli stessi ingegneri del governo, vennero esposti in una lettera diretta al Conte Andrassy dall'ingegnere sig. Revy, gli studî del quale furono comunicati alla nostra Accademia dall'illustre Paulo Fambri con una Nota letta nella seduta del 6 marzo 1877.

Il Revy ed il Fambri istituiscono un accurato esame sulle oscillazioni del Danubio a Budapest nei due periodi anteriore e posteriore alla interclusione del Soroksar, ed esaminano i diagrammi rappresentanti le oscillazioni a Kormorn nei periodi anzidetti desumendone una tavola comparativa dalla quale risulterebbe che la elevazione del livello di piena del Danubio a Budapest è aumentato di oltre dieci piedi dopo il 1872, ossia dopo la interclusione del Soroksar.

La Commissione non ha mancato di prendere in esame questi risultati, che evidentemente addimostrano un manifesto pericolo per la città di Budapest; e dalla ispezione dei luoghi, non che degl'elementi raccolti a mezzo degl'ingegneri locali ha potuto bensì attenuare le funeste previsioni del Revy, ma non completamente distruggerle. Ha inoltre riconosciuto che nel ramo Promontor sono necessarie altre

opere dirette a facilitare lo smaltimento dei ghiacci, dalle quali anzicchè una depressione si deve attendere una maggiore elevazione delle piene.

È perciò venuta nella determinazione di proporre, che la diga d'interclusione del Soroksar debba rendersi sommergibile, e che questo ramo abbia a ritornare attivo facendo l'ufficio di scaricatore delle piene (1). Questa grande modificazione alle opere di regolazione del Danubio a Budapest incontrerà la opposizione degli autori del primitivo progetto, ma la Commissione considerando la grande importanza del problema, e le apprensioni insorte pei danni da cui è minacciata la capitale dell'Ungheria, non ha saputo suggerire altro rimedio che potesse reputarsi egualmente efficace. La spesa è stata approssimativamente valutata in due milioni e mezzo di franchi, somma relativamente tenue, qualora si consideri che lo scopo delle opere proposte è quello di allontanare da una grande città il pericolo delle inondazioni.

(1) Nel mese di decembre scorso essendo improvvisamente sopravenuto qualche giorno di disgelo si ebbe a temere una inondazione a Budapest; fu fatta una dimostrazione popolare per eccitare il governo a prendere energici ed immediati provvedimenti, e subito fu posto mano allo sbassamento della diga di Sorokzàr, che da 26 piedi sopra lo zero dell'idrometro venne ridotta a 16.

Sul tungstato neutro di cerio.

Nota del Socio ALFONSO COSSA e dell'ing. MARIO ZECCHINI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

In un lavoro pubblicato da uno di noi negli Atti di questa Accademia (1), è dimostrato che si può ottenere un tungstato di didimio neutro cristallizzato la di cui composizione centesimale si accorda colle formole: $\overset{II}{Di}WO_4$ e $\overset{IV}{Di_2}(WO_4)_3$. La composizione trovata del tungstato didimico corrisponde alla prima di queste formole quando si ritiene $\overset{II}{Di} = 96$, ed all'altra nella supposizione ora più generalmente accettata di $\overset{IV}{Di} = 144$.

La presenza di quantità variabili di ossido di didimio nella scheelite, e più ancora l'aver potuto ottenere artificialmente dei cristalli di tungstato calcico contenenti quantità relativamente grandi di didimio e simili ai cristalli di tungstato calcico puro, indusse a sospettare che nella molecola del tungstato di didimio entri un solo atomo di metallo, e che perciò delle due formole sopraindicate, la prima sia quella che esprime più esattamente la costituzione molecolare del sale didimico. Le misure fatte dall'illustre cristallografo Q. Sella su cristalli di tungstato di didimio puro ne dimostrarono l'isomorfismo colla scheelite (2).

In relazione alle ricerche già fatte sul tungstato di didimio, ci parve interessante di tentare la produzione del tungstato neutro di cerio, combinazione che finora non fu descritta. Per rendere il nostro studio più completo, cioè per potere in base alla nota legge di Neumann stabilire quale sia la più probabile costituzione molecolare del tungstato ceroso da noi ottenuto, domandammo la determinazione del calorico specifico di questo composto e della scheelite all'egregio prof. Naccari, il quale soddisfece volenterosamente il nostro desiderio con quella esattezza che gli hanno già procacciato la fama di abilissimo e coscienzioso sperimentatore.

Per preparare il tungstato di cerio si procedette nel modo seguente. Ad una soluzione acquosa e fredda di tungstato neutro di sodio si aggiunse a poco a poco una soluzione di solfato ceroso, agitando continuamente. È necessario di seguire il metodo ora indicato per impedire la formazione del solfato ceroso-sodico quasi insolubile, che avverrebbe quando si versasse la soluzione di tungstato sodico in quella di solfato

(1) Atti della R. Accademia dei Lincei. Ser. 3.ª Memorie, vol. III. p. 17.

(2) Atti della R. Accademia dei Lincei. Ser. 3.ª Transunti, vol. III. pag. 26.

ceroso. Infatti il solfato sodico che si genera per doppia decomposizione, potrebbe combinarsi col solfato ceroso che rimane in eccesso. Per lo stesso motivo si impiegò il tungstato di sodio in quantità di un poco maggiore di quella strettamente necessaria per convertire in tungstato neutro il cerio contenuto nella soluzione di solfato ceroso adoperata.

Si ebbe pure l'avvertenza di provare con analisi quantitative la purezza delle materie prime impiegate per ottenere il tungstato ceroso.

Tungstato neutro di sodio cristallizzato.

	1	2	$Na_2 WO_4 + 2aq.$
Acqua.	11,25	—	10,91
Anidride tungstica.	70,03	69,64	70,03
Ossido di sodio.		—	19,06
			100,00

Solfato ceroso neutro anidro.

	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª	Composizione calcolata $CeSO_4$	(Ce = 92)
Ossido di cerio	57,72	57,57	—	—	57,62	57,45	
Anidride solforica	—	—	42,38	42,76	—	42,55	
						100,00	

Il solfato ceroso fu preparato con tutte le cautele indicate da Marignac (1). Osservato collo spettroscopio presentava ancora un leggerissimo indizio della linea nera caratteristica del didimio, la quale aveva un'intensità minore di quella presentata dalla scheelite di Traversella, che giusta le nostre ricerche contiene in media 0,22 per cento di ossidi di cerio, lantanio e didimio. Pertanto si possono ritenere come affatto trascurabili le traccie di solfato didimico contenute nel solfato ceroso da noi adoperato.

Quando si mescolano colle avvertenze sopranotate le soluzioni di tungstato di sodio e di solfato ceroso, si forma un precipitato fioccoso di color giallognolo, che non diviene cristallino anche dopo essere stato per più giorni in contatto col liquido dal quale si è deposto. Il precipitato lavato completamente ed essiccato a 100°, perde per la calcinazione una quantità di acqua, che corrispose in due esperienze a 4,96 e 5,01 per cento. La teoria darebbe per una molecola d'acqua d'idratazione ($Ce WO_4 + aq$) il 5,03 per cento.

Nel tungstato di cerio calcinato ed ottenuto in diverse preparazioni, si determinarono le quantità di ossido di cerio e di anidride tungstica, decomponendo la sostanza mediante fusione con carbonato sodico. Esaurendo con acqua il prodotto della fusione si ha una soluzione di tungstato sodico affatto priva di cerio, nella quale si determinò l'anidride tungstica col nitrato mercurioso. Il residuo insolubile nell'acqua fu convertito con una calcinazione moderata in ossido ceroso-cerico ($Ce_3 O_4$, Ce = 92), il di cui peso, moltiplicato per il fattore 0,9529, esprime la quantità di ossido ceroso (CeO) corrispondente.

(1) *Sur les poids atomiques du cérium, du lanthane, et du didyme.* Bibliothèque univ. de Genève; Août, 1848.

Ecco i risultati delle analisi:

Ossido ceroso . .	31,47	31,84	31,85	31,38	31,82
Anidride tungstica	—	—	67,33	68,12	—

La composizione centesimale calcolata giusta le formole $\overset{II}{Ce}\ WO_4$ e $\overset{IV}{Ce_2}(WO_4)_3$ [Ce = 92, o 138] è la seguente:

Ossido ceroso	31,76
Anidride tungstica	68,24
	100,00

Il tungstato neutro di cerio si fonde ad una temperatura molto elevata, però molto più facilmente della scheelite. Questo fatto ci suggerì l'idea di tentare la produzione del tungstato ceroso cristallizzato, fondendo semplicemente il tungstato amorfo, senza bisogno di mescolarlo con un cloruro alcalino, come si era fatto per il tungstato di didimio.

Il tungstato di cerio tenuto per quattro ore in un crogiuolo di platino alla temperatura di un piccolo forno Perrot, si converte in una massa cristallina *omogenea* di color giallo di zolfo, assai fragile, fortemente birifrangente, e dotata di lucentezza vetrosa sulle faccie di sfaldatura, e resinosa nella superficie di frattura che appare distintamente concoide. La composizione di questa sostanza è la seguente:

Ossido ceroso	32,47
Anidride tungstica	68,12
	100,59

Pertanto essa si può ritenere come interamente formata da tungstato di cerio cristallizzato identico al tungstato amorfo dal quale deriva.

Questo tungstato è affatto insolubile nell'acqua; si decompone facilmente per l'azione degli acidi energici concentrati, e dei carbonati alcalini alla temperatura della fusione. La sua durezza è eguale a quella dell'apatite. La determinazione del peso specifico diede i risultati seguenti:

1.ª Determinazione con grammi	12,9626	6,529	$a +$ 12°
2.ª » » »	8,8760	6,516	»
3.ª » » »	13,1526	6,498	»

Densità media: 6,514 $a +$ 12° C.

Le determinazioni del calorico specifico del tungstato ceroso cristallizzato eseguite dal prof. Naccari (1) condussero ai seguenti risultati:

1.ª Determinazione	0,0836	5.ª Determinazione	0,0847
2.ª »	0,0861	6.ª »	0,0796
3.ª »	0,0811	7.ª »	0,0802
4.ª »	0,0820		
Media	0,0821		

(1) Queste determinazioni di calorico specifico vennero eseguite secondo il metodo di H. Kopp. Però invece di prendere per temperatura finale del calorimetro la massima temperatura, si seguì il metodo del Regnault per correggere i risultati delle esperienze. Inoltre i due calorimetri adoperati contenevano l'uno circa 55, l'altro circa 105 grammi di acqua, e quindi assai più che non quello del Kopp. Tutti i dettagli numerici di queste esperienze saranno pubblicati in un lavoro che il professor Cossa ed il Naccari stanno preparando sulle proprietà di altri tungstati e di alcuni molibdati.

Aggiungiamo a questi dati le determinazioni del calorico specifico fatte sopra un campione di scheelite di Traversella, che, come risulta dall'analisi fattane da noi, aveva la composizione seguente:

		Composizione calcolata $Ca\,WO_4$
Ossido di calcio	19,46	19,45
Ossidi di cerio, lantanio e didimio . .	—,19	
Anidride tungstica	80,79	80,55
	100,44	100,00

Calorico specifico (Naccari).

1.ª Determinazione	0,0999	5.ª Determinazione	0,0980
2.ª »	0,0992	6.ª »	0,1053
3.ª »	0,0973	7.ª »	0,0993
4.ª »	0,1049		

Media . . . . . 0,1005.

Il prof. Kopp (1) aveva già determinato il calorico specifico della scheelite di Zinnwald in Boemia, ed ottenuto 0,0967 come valore medio delle seguenti quattro determinazioni:

1.ª Determinazione	0,0990	3.ª Determinazione	0,0988
2.ª »	0,0946	4.ª »	0,0945

I risultati delle determinazioni calorimetriche soprariferite ci suggeriscono le seguenti riflessioni. Se la composizione centesimale del tungstato di cerio cristallizzato si accorda tanto alla formola $\overset{II}{Ce}\,WO_4$ (Ce = 92) come all'altra $\overset{IV}{Ce_2}\,(WO_4)_3$ (Ce = 138), la sua capacità calorifica però dimostra che esso ha una composizione molecolare omologa a quella del tungstato di calcio, e che pertanto, se noi conveniamo di esprimere la molecola di questo sale con la formola $Ca\,WO_4$, dobbiamo pure adottare come esatta la formola $Ce\,WO_4$, e ritenere che il metallo cerio entra in questa combinazione come un radicale bivalente con un peso atomico eguale a 92.

La capacità calorifica *molecolare* del tungstato di cerio nella supposizione Ce = 92 è 27,91 numero assai vicino a 28,94 che esprime la capacità calorifica delle scheelite.

Infatti:

	Peso molecolare	Calorico specifico	Capacità calorifica molecolare
$Ce\,WO_4$	340	0,0821	= 27,91
$Ca\,WO_4$	288	0,1005 (Naccari)	= 28,94
idem	288	0,0967 (Kopp)	= 27,84

Ammettendo in base alle ricerche ed alle considerazioni di Regnault, di Schröder, di Woestyn, di Cannizzaro e di altri, che il peso molecolare di ogni combinazione allo stato solido ha una capacità calorifica che è approssimativamente eguale alla somma delle capacità calorifiche degli atomi contenuti nella molecola, si conchiude che la capacità calorifica molecolare teorica dei tungstati di cerio e di calcio è = 28,8, (Ce, = Ca, W = 6 , 4 . O = 4).

(1) *Ueber die specifische Wärme der starren Körper.* Ann. der Chem. u. Pharm. III Supplement Band (1864-65) pag. 107.

Ora se 92 parti in peso di cerio ne possono sostituire 40 di calcio nella molecola di un tungstato neutro, dando origine ad una nuova combinazione avente una pressochè eguale capacità calorifica, è logico, il dedurre, che se la quantità 40 rappresenta un atomo di calcio, 92 rappresenterà un atomo di cerio col calore atomico normale di poco superiore a sei unità.

Ricordiamo che fu appunto con un metodo indiretto simile a quello da noi seguìto, che dalle capacità calorifiche molecolari dei carbonati isomorfi: arragonite, strontianite, witherite e cerussite si dedussero i calori atomici del calcio, del bario e del strontio, e che le determinazioni dirette fatte dal Bunsen sul metallo calcio hanno confermato il valore del calorico specifico di questo metallo calcolato in funzione del calorico specifico dell'arragonite (1).

Ci si può fare una grave osservazione. Hillebrand (2) ha recentemente trovato per il calorico specifico del metallo cerio il numero 0,04479 che concorda col peso atomico $\overset{IV}{Ce} = 138$ (3). Non vogliamo mettere in dubbio l'attendibilità delle determinazioni dello sperimentatore tedesco, ma possiamo pure assicurare che tutti i dati sperimentali sui quali si fondano le nostre considerazioni furono ricercati col massimo rigore e valutati senza alcuna idea preconcetta. D'altronde l'isomorfismo del tungstato di didimio colla scheelite è un altro fatto che milita a favore della opinione da noi professata circa la valenza dei metalli della cerite nelle loro combinazioni coll'acido tungstico. Disgraziatamente riuscirono vani finora tutti i tentativi fatti da uno di noi per ottenere il cerio metallico puro. I saggi di cerio metallico che ci furono inviati da due rinomate fabbriche tedesche di prodotti chimici erano ben lontani dall'avere quel grado di purezza che si richiede per determinare utilmente il calorico specifico.

Chiudiamo questa Nota coll'accennare un primo tentativo fatto per ottenere il tungstato ceroso in cristalli più distinti di quelli che costituiscono intieramente la massa cristallina che si ottiene fondendo da solo il tungstato ceroso amorfo. Fondendo in un crogiuolo di platino una mescolanza di tungstato ceroso amorfo e di cloruro potassico, si ottiene una massa d'aspetto cristallino non omogenea. L'acqua vi esporta insieme al cloruro potassico del tungstato di potassio formato molto probabilmente in seguito alla decomposizione del cloruro potassico e di parte del tungstato ceroso, prodotta dall'azione del vapor d'acqua ad elevata temperatura. Nella materia insolubile si trovano, insieme a piccole quantità di ossido ceroso-cerico, dei cristallini ottaedrici di lucentezza adamantina, che esaminati qualitativamente presentano i caratteri del tungstato ceroso; ma di cui finora non abbiamo potuto farne un sufficiente numero di analisi quantitative necessarie per stabilire con sicurezza la loro composizione.

Ci proponiamo di ritornare sull'argomento del tungstato ceroso paragonandone la composizione e la capacità calorifica con quelle dei tungstati di bario e di piombo che abbiamo già ottenuto, e con quelle del molibdato di piombo e di cerio.

(1) Veggasi Lothar Meyer, *Die modernen Theorien der Chemie.* 3ª Auflage. Breslau 1876 p. 102.
(2) Poggendorff's Annalen, vol. CLVIII. pag. 71.
(3) $138 \times 0{,}04479 = 6{,}18$.

Ricerche comparative sulla struttura dei centri nervosi dei Vertebrati.

Memoria del dott. GIUSEPPE BELLONCI

approvata per la stampa negli Atti dell' Accademia
nella seduta del 1° febbraio 1880.

Studiando la struttura intima del cervello dei Teleostei col metodo dell'acido osmico, osservai che, in certe condizioni, questo prezioso reagente può servire a distinguere le cellule nervose centrali in due specie; poichè mentre alcune di esse sono debolmente colorate dall'osmio, altre invece prendono una tinta brunonerastra e talvolta affatto nera (1). E parvemi che questa proprietà fosse di alta importanza fisiologica, avvegnachè le cellule anneribili formino i nuclei d'origine dei nervi motori, e le cellule non anneribili si trovino di preferenza laddove le radici dei nervi sensitivi si risolvono nel reticolo di Gerlach.

L' importanza del fatto mi indusse ad estendere le mie osservazioni alle altre classi dei Vertebrati e ad approfondirle dal punto di vista morfologico.

Molti istologi tentarono già di distinguere le cellule nervose centrali in diverse specie, prendendo a base della distinzione or l'uno or l'altro carattere. Io mi limiterò ad accennare le principali classificazioni basate sul modo diverso di colorarsi delle cellule nervose in presenza dei reattivi coloranti. Mauthner (2), nei centri nervosi del luccio, distinse quattro specie di cellule nervose, caratterizzate dal diverso coloramento che in esse determina la soluzione ammoniacale di carminio. Denissenko (3) studiò con molta diligenza l'azione di diverse sostanze coloranti (carminio, ematossilina, eosina) sulle cellule del cervelletto e riuscì a stabilire due specie di cellule nervose nettamente distinte (Haematoxylin-und Eosinzellen). Però, per quanto è a me noto, soltanto Butzke (4) accennò al diverso coloramento prodotto dall'azione dell'acido osmico sulle cellule nervose. Questo autore, dopo aver detto che nel cervello si trovano cellule ganglionari che rifrangono fortemente la luce,

(1) G. Bellonci, *Ricerche intorno all' intima tessitura del cervello dei Teleostei*. Memorie della r. Accademia dei Lincei 1879.

(2) L. Mauthner, *Beiträge zur näheren Kenntniss der morphologischen Elemente des Nervensystems*. Sitzbr. d. wien. Akademie, Bd. XXXIX. p. 583.

(3) G. Denissenko, *Zur Frage über den Bau der Kleinhirnrinde bei verschiedenen Klassen von Wirbelthieren*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV. L. 2. 1877.

(4) V. Butzke, *Studien über den feineren Bau der Grosshirnrinde*. Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrank. Bd. III. 1872.

altre che la rifrangono debolmente, aggiunge (1): « Einen Fingerzeig für die chemische Erklärung der Verschiedenheit des Glanzes der Ganglienzellen finden wir in dem *Unterschiede der Färbung* derselben durch *Hyperosmiumsäure*. Die einen Zellen färben sich durch das genannte Reagens *lichtbraun*, die anderen aber *grau* ». Egli cerca quindi di riferire queste due proprietà ad una stessa causa, alla presenza cioè di una quantità più o meno grande di sostanza grassa nelle cellule gangliari. Butzke, per altro, si limita ad accennare questo fatto, il quale certamente ha bisogno di essere stabilito con maggiore sicurezza; poichè come vedremo, la diversità del colore che prendono gli elementi in presenza dell' acido osmico può essere accidentale, e solo raramente essa s'accompagna alla differenza di rifrazione.

Per ultimo Dietl (2), nel cervello dei Cefalopodi, distinse due specie di nuclei: alcuni poco rifrangenti, che si colorano in grigio coll'acido osmico, altri molto rifrangenti, che con questo reattivo si colorano in giallo.

I.

Metodo.

Il metodo dell' acido osmico, perchè produca con nitidezza la reazione che mi propongo di studiare, deve essere adoperato in una maniera speciale. L'esperienza mi ha insegnato di procedere nel modo che ora brevemente esporrò.

Prendo un lobo cerebrale di cinque o sei millimetri di diametro e lo metto in una soluzione di acido osmico $^1/_{500}$ o $^1/_{1000}$, secondochè il tesssuto è più o meno resistente; in questa soluzione lo lascio per 24 o 48 ore; indi lo trasporto, senza lavarlo, nell'alcool a 36°; e dopo averlo tenuto in questo liquido per qualche giorno (2-8) eseguisco le sezioni. Le sezioni così ottenute le monto o nella glicerina pura o in una miscela di glicerina e d'acqua distillata.

L'annerimento completo delle cellule anneribili si ottiene solo dopo che il pezzo è stato per un certo tempo nell'alcool: immediatamente dopo l'azione dell'acido osmico, le cellule anneribili hanno soltanto una tinta bruna. Un' altra condizione necessaria perchè si produca il colorito nero intenso delle cellule nervose è che i pezzi messi nella soluzione di acido osmico non siano troppo sottili, e che la quantità di questo liquido non sia troppo grande. Così, per esempio, se si distacca il cervelletto dell'*Emys*, il quale è una semplice lamina che copre il quarto ventricolo, e si sottopone al trattamento che ho poc' anzi descritto, le cellule di Purkinje prendono soltanto una tinta bruna pallida; se invece si immerge nella soluzione attaccato alle altre parti del cervello, dopo il medesimo trattamento, le cellule di Purkinje e i loro processi protoplasmatici si mostrano fortemente colorati in bruno nerastro. In tal modo accade che le cellule poste in contatto immediato colla soluzione di acido osmico non anneriscono, quantunque appartengano alla specie delle anneribili. È quindi facile, senza por mente a questo fatto, cadere in errore; specialmente poi

(1) l. c. p. 582.

(2) M. I. Dietl., *Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere*. Wien. Sitzber. Bd. LXXVII. h. V. 1878, Mai.

che a prima vista sembra che l'acido osmico debba colorare tanto meglio quanto più facilmente può penetrare nell' interno dei tessuti.

Per darmi ragione di questa apparente contraddizione, penso che l' osmio non venga in un sol tratto ridotto e immedesimato alla sostanza delle cellule gangliari, ma che esso colori questi elementi quando, nuotando nel liquido sotto forma di polvere finissima, costituisce attorno al pezzo una nubecola scura. Così quando il pezzo è sottile, la quantità d' osmio ridotto è relativamnte piccola e si diffonde nella massa liquida che lo circonda, lasciando incolori gli elementi gangliari.

Quando i pezzi, ancora impregnati di acido osmico, vengono posti nell' alcool, si forma attorno ad essi una nubecola molto scura; ed è allora che comincia a prodursi la colorazione intensa delle cellule nervose anneribili.

II.

Caratteri principali delle cellule nere e delle cellule pallide.

Nei preparati ottenuti col metodo or ora descritto, è facile osservare la diversità di colorazione delle cellule nervose. Quando la sezione è sufficientemente estesa, si notano in essa alcuni gruppi di cellule pallide e alcuni gruppi di cellule nere. Le cellule pallide non sono affatto incolore, ma hanno una tinta grigia debolissima. Le cellule nere sono colorate in bruno nerastro o nero, con un' intonazione fondamentale giallastra, la quale è comune alla maggior parte dei tessuti organici sottoposti all'azione dell'acido osmico. In generale le parti che costituiscono una cellula nera anneriscono contemporaneamente. Il nucleo ed il nucleolo prendono quasi sempre una tinta più scura del corpo. Tuttavia le cellule nere degli emisferi cerebrali di un *Carassius* molto giovane presentano il nucleo debolmente colorato: ciò dipende forse dalla condizione quasi embrionica di questi elementi.

In parecchi casi le cellule nere rinfrangono la luce fortemente, ma questa proprietà non è costante, come ammette Butzke. In queste cellule molto rifrangenti il nucleo non si vede.

La chiarezza con cui risalta a prima vista la differenza fra le due specie di cellule nervose è così grande che non ammette dubbio sulla verità del fatto. Tuttavia, avendo io notato che le cellule nervose si colorano diversamente secondo che sono o no in contatto immediato colla soluzione di acido osmico, potrebbe sospettarsi che la diversità di colore delle cellule dei diversi gruppi che s' osservano in una sezione, dipendesse dal loro diverso rapporto con questa soluzione. Ma questo dubbio è assolutamente escluso dal fatto che in mezzo ai gruppi di cellule nere trovansi alcune cellule pallide e viceversa; cosicchè è facile vedere accanto ad una cellula intensamente colorata, un' altra cellula pallidissima (fig. 35, 42).

In questo modo, il fatto del diverso coloramento determinato dall'acido osmico nelle cellule nervose centrali è stabilito assolutamente. Esso si verifica in tutti i Vertebrati.

Le cellule pallide non differiscono dalle nere solo pel colore diverso, ma ancora per caratteri morfologici di grande importanza. Come tipo di cellula nera può prendersi una grossa cellula motrice dei corni anteriori del midollo spinale (fig. 46). Essa ha un corpo ben sviluppato, un nucleo sovente allungato, molti grossi

prolungamenti ramificati (processi protoplasmatici) ed un prolungamento speciale (*a*), il quale differisce dagli altri per molti caratteri, e siccome, secondo la comune opinione, va a costituire il cilindro assile di una fibra midollare, è chiamato processo *cilinder-axis*. In generale le cellule nere hanno il corpo tutto irto di prolungamenti che lo rendono irregolarissimo (fig. 25, 33, 35*b*, 42*c*, 44); alcune però hanno pochi prolungamenti e forma alquanto regolare (fig. 1*i*, 11, 48).

La cellula pallida tipica (fig. 35*a*) ha il nucleo sferico o leggermente elittico e molto grosso. Il protoplasma del suo corpo non circonda totalmente il nucleo, ma si accumula da una sola parte di questo a guisa di cono, continuandosi in un grosso processo protoplasmatico ramificato. Lateralmente a questo grosso processo ne nasce un altro più sottile. Questo prolungamento minore non sempre nasce vicino al prolungamento principale, ma in certi casi nasce dalla parte opposta ed allora il protoplasma ha una forma allungata (fig. 6, 9, 36, 39). Non di rado però dai due poli opposti del nucleo nascono due prolungamenti di eguale dimensione e a base conica e così le cellule sono fusiformi (fig. 12). In alcune cellule pallide, oltre ai due prolungamenti accennati, se ne trovano alcuni altri sottilissimi (fig. 2, 14).

La forma tipica delle cellule pallide riscontrasi più di sovente laddove questi elementi sono molto piccoli. Esse appariscono in generale piriformi, perchè il prolungamento minore o non si vede per la sua sottigliezza estrema o è strappato. (fig. 23, 24, 30*a*, 31, 32*d*, 52, 55, 56*a*). E talvolta, in questi elementi piccoli, il protoplasma è ridotto a quantità sì esigua che facilmente si sottrae all'osservazione.

Un' altra proprietà molto importante distingue le cellule nere dalle cellule pallide. Intorno al corpo delle cellule pallide trovasi costantemente uno spazio sferico o elissoidale, privo di nevroglia e nettamente delimitato. Le cellule nere invece sono sempre strettamente unite alla nevroglia per mezzo dei loro molteplici prolungamenti, nè mai offrono intorno al loro corpo siffatti spazi vuoti.

L'esistenza di cavità intorno al corpo delle cellule nervose fu ammessa da molti, ma fu giustamente messa in dubbio dalla maggior parte degli istologi; poichè l'imperfezione dei metodi generalmente usati non permetteva di decidere se coteste cavità esistessero nello stato vivente o dipendessero da retrazione del protoplasma cellulare cagionata dai reagenti. Obersteiner (1) credette di aver dimostrato l'esistenza, nel cervello, di spazi linfatici pericellulari, iniettandoli. È chiaro tuttavia che la violenza dell'iniezione può produrre tali guasti nell'interno di un tessuto così delicato, come il tessuto nervoso centrale, da alterarlo considerevolmente. L'esistenza di spazi linfatici nell' interno dei centri nervosi fu negata da Boll (2), il quale sostenne che tutte le cavità descritte con tal nome debbono considerarsi come prodotti artificiali. Gli spazi pericellulari furono pure osservati da Stieda (3), Viault (4) e Fritsch (5) nel cervello dei pesci.

(1) Orbersteiner, *Ueber einige Lymphräume im Gehirne*. Wien. Sitzbr. Bd. LXI. H. I. 1870.

(2) Boll, *Histiologie und Histiogenese der nervosen Centralorgan*. Archiv. f. Psychiatrie u. Nervkr. 1874.

(3) Stieda, *Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische*. Zeitschrift. f. wis. Zool. Bd. XVIII. 1867.

(4) Viault, *Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes*. Archives de Zoologie exp. T. V. 1876.

(5) Fritsch, *Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns*. Berlin 1878.

Forel (1) descrisse certe vescichette che si trovano specialmente nel cervello dei roditori, entro le quali trovasi un nucleo circondato da una sostanza granosa; ma egli non seppe quale significato attribuire a coteste singolari formazioni. Nuclei simili a quelli osservati da Forel, contenuti in uno spazio rotondo erano già stati descritti da Henle (2), chè li considerò come cellule in via di sviluppo.

Io credo di poter escludere che gli spazi da me osservati intorno al corpo delle cellule pallide dipendano dalla retrazione del protoplasma cellulare. Essi sono di fatti nettamente delimitati e talvolta molto ampi (fig. 12, 34, 38, 49), mentre le cellule in essi contenute non offrono nessun segno di retrazione. E d'altra parte è noto che, in generale, l'acido osmico fissa gli elementi nella forma e dimensione che hanno allo stato di vita. Nell' interno di questi spazi trovasi frequentemente un nucleo, il quale ha tutti i caratteri dei nuclei delle cellule connettive che trovansi sotto l'epitelio della cavità ventricolare. In pochi casi questo nucleo ha un prolungamento (fig. 38*c*). Obersteiner e Forel, negli spazi pericellulari da loro descritti, avrebbero trovato dei corpuscoli linfoidi. Adunque le cellule pallide sono contenute in particolari capsule, formate dalla nevroglia; le quali, evidentemente debbono servire come organi di protezione e fors'anche a facilitare la nutrizione di quegli elementi delicatissimi.

Le cellule nere e le cellule pallide non sono, nei centri nervosi, distribuite in modo accidentale e variabile: esse formano dei gruppi definiti, i quali per la loro costanza, servono a caratterizzare organi speciali. Così, per esempio, negli emisferi cerebrali dei pesci le cellule pallide trovansi soltanto verso la periferia. Negli emisferi cerebrali della rana, le cellule pallide si trovano nei rigonfiamenti interni: il rigonfiamento superiore della parte interna di questa regione è esclusivamente formato di cellule pallide, relativamente grosse. Negli emisferi cerebrali dell'*Emys,* il rigonfiamento della parte esterna è occupato quasi esclusivamente da grosse cellule pallide. Negli emisferi degli uccelli e dei mammiferi, le cellule pallide e le nere formano pure dei gruppi definiti, la cui topografia non ho per anco stabilito.

E se dagli emisferi cerebrali si passa agli altri lobi encefalici, si nota pure che le cellule pallide occupano regioni speciali; mentre le cellule nere sono localizzate in gruppi o serie nettamente distinte. Ma per ora mi basta stabilire la generalità di questo fatto; giacchè della distribuzione relativa delle varie specie di elementi nelle diverse parti del cervello, avrò occasione di parlare più oltre.

Mi si potrebbe tuttavia giustamente obbiettare che, avendo io riconosciuto che le cellule nervose si colorano più o meno a seconda del modo di penetrare e d'agire dell' acido osmico, queste differenze di coloramento fra i diversi gruppi di cellule nervose centrali potrebbero dipendere dal fatto che alcuni di questi gruppi si trovano nell' interno dei lobi, mentre altri si trovano verso la superficie. Ma, come ho già notato, tavolta i gruppi di cellule pallide si trovano vicini alla superficie del lobo, tal'altra invece nell' interno; ed inoltre non c' è fra le cellule pallide e le cellule nere nessun passaggio graduato di colorito, ma, nei limiti che separano i diversi gruppi, cellule totalmente annerite e cellule pallidissime sono fra loro interpolate.

(1) Forel, *Untersuchungen über die Hauberegion.* Archiv. f. Psychiatrie Bd. VII. 1877.
(2) Henle, *Handbuch der Nervenlehre des Menschen.*

È dunque certo che il colore diverso che assumono i diversi gruppi di cellule nervose centrali non dipende da cause accidentali, ma deve attribuirsi alla diversa costituzione chimica di questi elementi.

In tal modo credo che le differenze specifiche fra le cellule pallide e le cellule nere siano a sufficienza determinate, e sia in pari tempo stabilito che tali differenze hanno un alto valore morfologico.

Tuttavia non posso lasciare queste considerazioni, senza accennare al modo come le cellule pallide si distinguono dalle cellule connettive dei centri nervosi. E ciò specialmente mi preme di chiarire, inquantochè la distinzione fra gli elementi nervosi e connettivi è stata ed è tuttora uno dei problemi più importanti dell' istologia.

Le cellule connettive dei centri nervosi furono descritte e figurate con esattezza da Deiters (1) e, in suo onore, denominate da Boll (2) cellule di Deiters. Queste cellule sono, secondo Deiters (3) così costituite: Dicht um den glänzenden, kein Kernkörperchen erkennen lassenden Kern sicht man hier eine Masse abgehender Faserzüge, welche von Anfang an ein festes wenn auch zartes Aussehen, einen ganz scharfen glatten Contour, einen beträchtlichen Glanz zeigen, und welche nach allen Seiten ausstrahlen ». In generale la mancanza di un vero protoplasma intorno al nucleo è il carattere distintivo della cellula connettiva centrale secondo Deiters (4).

Quantunque le cellule connettive stellate descritte da altri autori possano essere tutte riferite al tipo, più o meno modificato, della cellula di Deiters, ritengo necessario distinguere, nei centri nervosi, un altro tipo di cellule connettive, le quali si trovano specialmente nella corteccia cerebrale e si vedono molto chiaramente nei preparati fatti coll'acido osmico. Queste cellule sono stellate (fig. 1*h*, 17*d*, 19, 45*b*), alquanto regolari; hanno un aspetto omogeneo, rifrangono debolmente la luce e, coll'acido osmico, si colorano in giallastro chiaro; nel loro centro trovasi un corpuscolo rotondo, che si colora intensamente e che forse rappresenta il nucleolo; dai loro angoli partono dei filamenti pallidi e sottili, che si confondono colla trama di tessuto connettivo circostante. In generale queste cellule sono molto rare: si trovano specialmente intorno ai glomeruli olfattorî e nella corteccia cerebrale e cerebellare. Nella fig. 19 ho disegnato un cumulo di queste cellule, appartenenti alla corteccia cerebellare dell' *Emys*.

Le cellule connettive dei centri nervosi, quando hanno la loro forma tipica, si distinguono nettamente da ogni cellula nervosa. In certi casi però, esse assumono forme che s' accostano a quelle delle cellule nervose pallide, e siccome coll'acido osmico si colorano debolmente, riesce difficile distinguerle da queste ultime. E ciò succede quando i prolungamenti delle cellule di Deiters, invece di essere molti, si riducono ad uno o due: queste cellule allora, invece di essere stellate, sono fusiformi o piriformi. Queste particolari cellule connettive si riscontrano specialmente sotto l' epitelio che veste le pareti della cavità ventricolare (fig. 37*b*). Esse si distinguono dalle cellule pallide pei loro contorni grossolani e specialmente

(1) Deiters, *Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere*. Braunschweig. 1865. — (2) l. c. p. 7. — (3) l. c. p. 45. — (4) l. c. p. 49.

per la natura dei loro prolungamenti, i quali assomigliano alle fibre del tessuto connettivo areolare in cui si perdono. La forma delle cellule connettive è però sempre più irregolare di quella delle cellule nervose pallide (fig. 37*b*, 54*b*).

Oltre le cellule connettive propriamente dette, trovasi, nei centri nervosi, una grande quantità di nuclei apparentemente liberi e di natura sicuramente connettiva. Questi nuclei abbondano considerevolmente in alcune parti dei centri nervosi; essi, in generale, si colorano debolmente coll'acido osmico, e siccome sono frammischiati a piccole cellule pallide che hanno poco protoplasma, così riesce difficile distinguerli da queste. I nuclei connettivi liberi si trovano di preferenza alla superficie del cervello e nei così detti strati a mielociti.

Per esporre chiaramente il modo di distinguere i nuclei connettivi da quelli delle piccole cellule pallide, prenderò ad esempio il *lobus nervi vagi* del *Carassius*. Alla superficie di questo lobo trovasi uno strato formato di piccoli nuclei, i quali rimangono, dopo l'azione dell'acido osmico, perfettamente incolori. Osservando alcuni di questi nuclei a forte ingrandimento e in sezioni molto sottili, si vede che al loro polo centrale s'accumula, a guisa di cono, un poco di protoplasma, dal quale parte una fibrilla sottilissima (fig. 23, 30*a*, 55, 56*a*); e in certi casi, anche dal polo opposto si vede partire un sottilissimo prolungamento. Sicchè questi nuclei appartengono a piccole cellule pallide di forma tipica. Essi, dopo l'azione dell' acido osmico, si colorano coll'ematossilina nel più bello azzurro. In questo stesso strato, ma specialmente verso l' estrema superficie di esso, si trovano altri nuclei, intorno ai quali, anche nei migliori preparati, non è dato di scorgere la menoma traccia di protoplasma. Questi nuclei inoltre sono alquanto irregolari ed hanno una tinta un po' più scura di quella dei nuclei che appartengono indubitatamente a piccole cellule pallide (fig. 30*b*, 56*b*); essi, dopo l'azione dell' acido osmico, non si colorano coll' ematossilina in un azzurro puro, ma in azzurro sporco. Per questi caratteri, che li distinguono dai nuclei delle piccole cellule pallide, essi possono ritenersi di natura connettiva; tanto più che intorno ad essi s'intrecciano delle fibrille connettive sottilissime. Questi nuclei connettivi, apparentemente liberi, possono considerarsi come nuclei di cellule di Deiters, dai quali le tenuissime fibrille si sono completamente separate, per formare un intreccio finissimo intorno agli elementi delicati che costituiscono questo strato. E difatti, secondo Boll (1) alcune cellule di Deiters sembrano « nur ein wirres Convolut von feinen Fasern vorzustellen, in dessen Centrum ein kernartiges Gebilde liegt ».

La distinzione che ho fatto nel lobo del vago del *Carassius*, si può fare egualmente in tutte le altre parti del cervello dei vertebrati dove si trovano i mielociti. Essa però è sempre estremamente delicata e difficile.

Boll (1) dubiterebbe dell'esistenza di nuclei liberi nel cervello; e benchè sia facile osservarne una gran quantità nelle preparazioni, essi potrebbero, secondo lui, essere nuclei di cellule nervose divenuti liberi per l'azione dei reagenti e specialmente dell'acido osmico. Anche a me è avvenuto di vedere, nella corteccia cerebrale del coniglio, alcune cellule nervose pallide ridotte al solo nucleo circondato da

(1) l. c. p. 7. — (2) l. c. p. 44.

granulazioni. Tuttavia nei buoni preparati, nelle sezioni fatte dopo un' immersione non troppo lunga nell'acido osmico debole, non si incontrano giammai guasti siffatti, e con tutto ciò i nuclei liberi si osservano in grande quantità. Del resto i nuclei liberi di natura connettiva si distinguono nettamente dai nuclei delle cellule pallide, come ho detto più sopra; sicchè anche quando attorno a questi ultimi non si riesce a vedere il protoplasma cellulare, si può, in certi casi affermare che appartengono a cellule nervose pallide.

Boll però, dopo aver espresso questo dubbio, riconosce l' esistenza di nuclei liberi, specialmente nella superficie della corteccia cerebrale degli embrioni e degli animali giovani; ma egli non fa cenno dell'esistenza di vere cellule nervose in mezzo a questi nuclei. Anche dalle mie proprie osservazioni risulta che i nuclei liberi connettivi abbondano straordinariamente negli animali giovani. Così, per esempio, nella superficie delle circonvoluzioni cerebellari di un colombo giovane ho trovato uno strato di questi nuclei. Ho però potuto accertare che immediatamente sotto questo strato, trovansi alcune piccole cellule nervose pallide, di forma caratteristica (fig. 52).

In tal modo credo di avere completamente distinto le cellule nervose pallide dagli elementi connettivi: se talvolta può sorgere in pratica qualche dubbio, ciò deve attribuirsi specialmente alla cattiva riuscita delle preparazioni.

Volendo però spingere il dubbio all'estremo limite, potrebbe qualcuno chiedere per qual ragione io ammetta che le cellule pallide siano nervose. Non credo però che questo dubbio possa sostenersi, sol che si dia uno sguardo ad una delle figure di cellule pallide, che ho cercato di disegnare colla maggiore esattezza possibile. Esse, difatti, distinguonsi dalle forme bene accertate di cellule connettive centrali, e rannodansi invece alle forme delle cellule sulla cui natura nervosa non cade dubbio. Esse, inoltre, formano dei veri organi nell'interno dei centri nervosi. E se ciò non bastasse, potrebbe addursi come prova definitiva la natura dei loro prolungamenti, i quali assomigliano in tutto ai processi protoplasmatici delle cellule sicuramente nervose e terminano nello stesso modo, come dirò in appresso.

III.

Relazioni reciproche degli elementi nervosi centrali.

La fisiologia dei centri nervosi può ricevere un grande impulso dalla risoluzione dei principali problemi morfologici; inquantochè la scoperta delle relazioni che sussistono fra i diversi elementi nervosi centrali determina, fino ad un certo punto, la loro natura e il loro significato funzionale. Così lo studio dei rapporti diversi che le cellule nere e le cellule pallide hanno fra di loro e cogli altri elementi dei centri nervosi, avrà un gran valore morfologico e potrà nel tempo stesso servire a comprendere l'ufficio di queste due specie di cellule.

Le quistioni più delicate e difficili sulla fina struttura dei centri nervosi vengono dunque necessariamente a collegarsi al mio tema. Per fortuna il reagente che mi dà modo di distinguere le due specie di cellule nervose centrali è, nel tempo stesso, il più prezioso che la tecnica microscopica conosca, per la risoluzione di questi problemi. Ed io, rannodando le mie osservazioni a quelle di istologi illustri e

segnatamente di Gerlach e Boll, ho potuto tuttavia trarre il massimo profitto dalle eccellenti qualità dell'acido osmico; sia estendendo le mie ricerche a tutte le parti dei centri nervosi di tutta la serie dei Vertebrati, sia ancora approfittando di certe particolarità di metodo, che la pratica mi ha insegnato, per rendere le preparazioni più nitide. Così mi giovò moltissimo lo studio del cervello di Vertebrati inferiori; nei quali l'intricato laberinto della nevroglia è meno oscuro, perchè le parti nervose che la costituiscono non hanno quella straordinaria finezza che riscontrasi nei Vertebrati superiori. E sotto questo rapporto, fra gli animali da me studiati, merita la preferenza l'*Emys*. Oltre a ciò, la piccola mole che generalmente hanno i cervelli dei Vertebrati inferiori facilita di molto le ricerche, potendosi studiare sopra una stessa sezione tutte le forme che i diversi tessuti dei centri nervosi assumono e seguire direttamente tutti i passaggi dall'una forma all'altra. L'azione dell'alcool, successiva a quella dell'acido osmico, facilita il coloramento intenso, oltrechè delle cellule nere, anche delle fine fibrille nervose che trovansi nella nevroglia e permette di ottenere preparazioni di una grande chiarezza.

Il mezzo migliore per stabilire con certezza i rapporti fra gli elementi nervosi sarebbe la dissociazione. Tuttavia trattandosi del cervello, questo metodo non può dare buoni risultamenti che per lo studio degli elementi in se stessi o tutt'al più delle prime ramificazioni delle fibre e delle cellule; poichè tanto le fibre midollari che penetrano nei centri nervosi, quanto i prolungamenti delle cellule ganglionari non presentano, nel cervello, unioni grossolane che possano essere conservate nei preparati per dissezione, ma in generale, dopo essersi divisi e suddivisi fino ad estrema finezza, si perdono in quella sostanza fondamentale, che viene comunemente denominata *nevroglia*. Cosicchè tutti i problemi sulle relazioni degli elementi nervosi centrali dipendono dalla determinazione della natura della nevroglia, la quale non può essere convenientemente studiata che sopra sezioni.

La nevroglia si presenta, a prima vista, come una sostanza granoso-fibrillare-reticolata. Prima che si conoscessero i nuovi metodi di preparazione dei centri nervosi, era impossibile dire qualche cosa di preciso sulla natura di questa sostanza, specialmente laddove essa si presenta nel suo aspetto più puro, cioè nella sostanza grigia della corteccia cerebrale. Sicchè non può avere nessun valore l'opinione di Stephany (1) che la nevroglia risulti formata di un intreccio reticolato di natura nervosa, il quale servirebbe di congiunzione fra i prolungamenti delle cellule nervose e le fibre periferiche.

Gerlach (2) fu il primo che, applicando alla sostanza grigia del midollo spinale e della corteccia cerebrale il metodo da lui trovato del cloruro doppio d'oro e di potassio, riuscì a dimostrare, nell'interno della nevroglia, la presenza di un reticolo nervoso formato dai processi protoplasmatici delle cellule ganglionari e dalle ultime diramazioni delle fibre midollari. Butzke (3), adoperando il metodo dell'acido osmico, potè assicurarsi della presenza di un reticolo terminale, nella sostanza grigia della

(1) Stephany, *Beiträge zur Histologie der Rinde des Grossen Gehirns*. Dorpat 1860.

(2) Gerlach, *Von dem Rückenmark*. Stricker's Handbuch 1870; Id., *Ueber die Structur der grauen Substanz des menschlichen Grosshirns*. Centralblatt 1872 p. 273.

(3) l. c.

corteccia cerebrale (Terminalfäserchennetze); ed ammise, in via d'ipotesi, l'unione degli ultimi rami dei processi protoplasmatici delle cellule ganglionari colle fibrille di questo reticolo. La parte fondamentale della nevroglia è formata, secondo Butzke, di granuli analoghi, per natura chimica, alla mielina.

Secondo Boll (1) l'esistenza dei reticoli nervosi nella sostanza grigia non può essere messa in dubbio, e può dimostrarsi facilmente tanto col metodo di Gerlach, quanto col metodo dell'acido osmico. E neppur difficile riuscirebbe dimostrare che in questi reticoli nervosi risolvonsi da una parte i processi protoplasmatici delle cellule ganglionari, dall'altra le fibre midollari. La sostanza fondamentale della corteccia cerebrale sarebbe, secondo Boll, granosa ed avrebbe un aspetto speciale paragonabile a quello della brina da poco caduta.

Questi risultamenti non furono però accettati da tutti gli istologi. Lo scetticismo di valentissimi osservatori su questo punto tanto controverso dell'istologia, si spiega facilmente per la difficoltà che offre lo studio della sostanza grigia anche nei migliori preparati: le fibrille nervose, le fibrille connettive, il finissimo reticolo e la sostanza fondamentale granosa formano un intreccio talmente fitto e sottile che supera in complicazione qualunque altra immagine ottica.

Per veder chiaro nella tessitura della sostanza grigia dei centri nervosi è necessario uno studio lungo e delicato di preparazioni ben riuscite. E poichè, secondo la mia propria esperienza, il potere risolvente dell'occhio non è sempre lo stesso, occorre fare ripetute osservazioni, in tempi diversi, sopra uno stesso punto d'una sezione.

L'acido osmico colora e rende manifesti, benchè in grado diverso, tutti i tessuti; laddove adunque vari tessuti di natura diversa sono fra loro intrecciati, bisogna fare una vera e propria analisi morfologica: è questo il caso della nevroglia. Prescindo ora dagli elementi cellulari che in essa si trovano e mi fermo allo stroma granoso-fibrillare. Per analizzare cotesto tessuto, bisogna anzitutto formarsi un concetto chiaro delle apparenze che offrono i diversi elementi che lo compongono, quando sono ben manifesti e riconoscibili.

Laddove il tessuto connettivo dei centri nervosi è ben sviluppato, ha l'apparenza di un tessuto areolare spugnoso. Le fibrille connettive, che intrecciandosi in tutti i sensi e unendosi fra loro formano le areole, sono liscie, incurvate e, in generale, si colorano poco coll'acido osmico. Questo tessuto, nella sua forma più caratteristica, si trova sotto l'epitelio che veste le pareti dei ventricoli cerebrali e in certe regioni della sostanza grigia, per esempio, intorno ai glomeruli olfattorî e nello strato molecolare del cervelletto. Esso si sviluppa di preferenza nelle biforcazioni dei capillari sanguigni.

Le ultime diramazioni delle fibrille nervose e dei processi protoplasmatici delle cellule ganglionari hanno un aspetto generale alquanto diverso. Esse presentano delle piccole varicosità e quando sono sottilissime appariscono finamente punteggiate; si dividono e suddividono, presentando nei punti di divisione un rigonfiamento e non s'incurvano, nè si riuniscono per formare un tessuto spugnoso, ma danno dei ramuscoli retti, i quali, nel loro insieme, costituiscono un intreccio caratteristico e ben

(1) l. c.

distinto dall'intreccio di fibrille connettive. Le fibrille nervose, in generale, si colorano meglio, coll'acido osmico, dello stroma connettivo che le circonda.

Se si esamina la nevroglia della corteccia cerebrale, non si tarda a riconoscere che essa presenta i due elementi testè descritti: stroma connettivo e fibrille nervose. Lo stroma connettivo, anche nella più fina nevroglia, conserva i caratteri del tessuto areolare spugnoso (fig. 20*b*). Esso in taluni punti della corteccia cerebrale dell'*Emys* diventa alquanto grossolano (fig. 29*c*). I vani di questo tessuto sono regolarmente distribuiti: dentro ciascuno di essi si trova un granulo. Non mi meraviglio che la sostanza fondamentale della corteccia cerebrale sia stata descritta dalla maggior parte degli osservatori come granosa ed amorfa: essa perde facilmente nelle preparazioni i suoi caratteri morfologici ed appare formata esclusivamente di granulazioni irregolari. Nella più fina nevroglia, lo stroma connettivo fondamentale è eccessivamente fino e pallido; e benchè conservi l'apparenza spugnosa caratteristica, non offre traccia di struttura fibrillare. Se le fibrille manchino davvero, o siano troppo delicate per rimanere intatte nei preparati, non ho potuto in alcun modo decidere.

È noto che l'acido osmico ha la proprietà di coagulare certe sostanze fluide, generando una specie di tessuto bucherellato, che talvolta potrebbe esser preso per una forma istologica preesistente. Può dunque sorgere il dubbio che l'apparenza spugnosa del tessuto fondamentale dei centri nervosi sia dovuta all'azione coagulante dell'acido osmico sopra una sostanza amorfa, uniformemente diffusa. Però se si confronta la forma risultante da coagulazione colla forma del tessuto fondamentale della nevroglia, è facile convincersi che quest'ultimo è un vero tessuto organico preesistente. Esso, anche quando è finissimo, ha sempre l'apparenza caratteristica del tessuto areolare. E specialmente nel cervello dei Vertebrati inferiori si può osservare con facilità il passaggio graduato dal più fino stroma fondamentale al tessuto areolare grossolano, le cui fibrille intrecciate formano vaste areole, come avviene, per esempio, nella valvula cerebellare dei pesci.

Entro lo stroma delicatissimo di tessuto connettivo trovansi delle fibrille nervose, le quali provengono sia dalle ultime diramazioni dei processi protoplasmatici delle cellule ganglionari, sia da fibrille midollari. La finezza del tessuto connettivo fondamentale permette di seguire con chiarezza queste fibrille nervose che, nei buoni preparati, sono fortemente colorate dall'acido osmico. Esse, dopo essersi divise e suddivise formano un reticolo finissimo a maglie poligonali, il quale, in certi punti, è di una regolarità e di un'eleganza straordinaria.

I reticoli nervosi si trovano in tutta la sostanza grigia; non sempre però essi possono essere così nettamente distinti dal tessuto connettivo, il quale talvolta si presenta sotto forma reticolata. Tuttavia le maglie delle reti connettive sono sempre alquanto rotondeggianti e irregolari, sicchè hanno sempre il carattere del tessuto areolare tipico.

Le maglie dei reticoli nervosi hanno grandezza molto variabile; inoltre, i loro rapporti coi processi protoplasmatici delle cellule ganglionari e colle fibrille nervose periferiche variano nelle diverse regioni del cervello. Non sarà dunque inutile, per l'istologia dei centri nervosi, recare alcuni esempi speciali.

Nei lobi olfattorî dell'*Emys*, fra lo strato dei glomeruli e lo strato delle grosse

cellule nervose trovasi un bellissimo reticolo. Esso è già visibile a ingrandimenti relativamente mediocri (Verick $^{3}/_{VIII}$) ed ha le maglie di una sorprendente regolarità. Nella fig. 15 ne ho disegnato un brano con scrupolosa esattezza: le maglie sono esagonali. Le grosse cellule nervose che si trovano sotto lo strato reticolato, sono alcune nere, altre pallide. Le cellule nere, i cui prolungamenti sono meglio visibili, perchè colorati in bruno, hanno dei processi protoplasmatici di forma variabilissima: alcuni sono molto lunghi e poco ramificati, altri invece sono talmente irti di ramuscoli che offrono l'aspetto di rami di spino. Questi ramuscoli si uniscono direttamente al reticolo nervoso (fig. 17, 26, 40); ovvero talvolta servono di mezzo d'unione fra due processi protoplasmatici vicini (fig. 41). Oltre ai grossi prolungamenti, partono dal corpo delle cellule nere di questo strato dei sottili filamenti, e in gran numero, i quali si uniscono direttamente al reticolo nervoso (fig. 16, 26). In un caso ho potuto osservare, colla massima chiarezza, l'unione diretta fra due cellule fusiformi nere di questo strato fra loro, per mezzo di un lungo filamento (fig. 48).

Nei lobi olfattorî, intrecciato col reticolo nervoso, trovasi un fitto stroma di tessuto connettivo areolare, il quale si distingue per la sua apparenza spugnosa caratteristica.

Ciò che si vede nell'*Emys*, si vede pure in tutti gli altri Vertebrati, benchè con minore chiarezza.

Gli emisferi cerebrali offrono, specialmente nei Vertebrati inferiori, tutti i passaggi imaginabili fra la forma grossolana di tessuto connettivo areolare e la forma delicatissima della nevroglia periferica. Il reticolo nervoso di questa parte dell'encefalo è evidentissimo: diventa più fino a mano a mano che si va dall'interno all'esterno degli emisferi e raggiunge la sua massima finezza nell'estrema superficie della corteccia cerebrale. In prossimità delle cellule ganglionari nere si trovano i reticoli più grossolani (fig. 42*e*), ai quali direttamente si uniscono i più corti processi protoplasmatici di queste.

Molto singolari sono le cellule nere che si trovano nella parte esterna degli emisferi cerebrali della rana: esse sono direttamente unite al reticolo nervoso per mezzo di filamenti corti, di cui la loro superficie è tutta irta (fig. 3, 10, 25).

Nel cervelletto dell'*Emys* è facile seguire le ramificazioni dei luoghi processi protoplasmatici delle cellule di Purkinje, che anneriscono coll'acido osmico e convincersi che essi si risolvono nel reticolo nervoso (fig. 1, 23). Il tessuto connettivo spugnoso abbonda nello strato molecolare del cervelletto (fig. 19) e ne rende molto difficile lo studio.

Come esempio bellissimo dell'unione fra i processi protoplasmatici delle cellule ganglionari ed il reticolo nervoso, ho disegnato una cellula nera dei lobi ottici dell'*Emys* (fig. 5). Il prolungamento *b* di questa cellula si divide e suddivide ad angoli pressochè retti e bentosto si unisce alle maglie del reticolo *a* piuttosto grossolano. La divisione e suddivisione ad angolo retto sarebbe, secondo Golgi, un carattere del processo *cilinder-axis*.

Ho detto più sopra che nel reticolo nervoso si risolvono, oltrechè i processi protoplasmatici, anche le ultime diramazioni delle fibrille periferiche che penetrano nei centri

nervosi. Le fibre nervose che terminano in tal modo nei centri, sono quelle che appartengono ai nervi di senso: della terminazione centrale dei nervi motori parlerò più innanzi. E di questo rapporto, già stabilito da Gerlach e da Boll, voglio dare alcuni esempî.

Le sottilissime fibrille del *nervo olfattorio*, giunte in prossimità dei glomeruli, si dividono e suddividono, come ha dimostrato Golgi (1); e formano un reticolo nell' interno dei glomeruli stessi (fig. 17; 58). Nei glomeruli olfattorî bisogna distinguere, come in ogni altra parte dei centri nervosi, gli elementi connettivi e gli elementi nervosi. Il tessuto connettivo dei glomeruli è abbondante e grossolano e presentasi nella sua forma più caratteristica. Le fibrille nervose, che si colorano intensamente coll'acido osmico, formano un fittissimo reticolo, che da una parte è unito al reticolo nervoso dello strato sottostante, dall'altra alle fibrille olfattorie. Le maglie di questo reticolo presentano un gran numero di ingrossamenti irregolari, che appariscono come corpuscoli neri piccolissimi e di forme svariate (fig. 13*a*, 17). Questi corpuscoli potrebbero considerarsi come piccole cellule nere; difatti, intorno ai glomeruli si trovano qua e là alcune cellule nere piccolissime, nelle quali non si scorge nucleo e che hanno forma molto irregolare (fig. 17*c*, 45*a*). Queste cellule si colorano sempre in bruno nerastro e rifrangono fortemente la luce; mentre le cellule connettive stellate che circondano i glomeruli la rifrangono debolmente e si colorano in giallastro pallido (fig. 17*d*, 45*b*). Nell' interno dei glomeruli si trovano pure dei nuclei liberi connettivi (fig. 17*e*); i quali, nei mammiferi (coniglio), abbondano straordinariamente.

Nella fig. 13 è disegnata una parte di un glomerulo olfattorio dell'*Emys*, osservato coll'obbiettivo a immersione J di Zeiss; e l'esame di questa figura può, meglio di qualunque dascrizione render conto della complicata struttura di questi organi. Vedesi sopratutto come lo stroma di tessuto connettivo, formato di fibrille più pallide delle nervose, sia intrecciato al reticolo nervoso e come esso contribuisca, rivestendo le maglie di questo, a dare al glomerulo l'aspetto bucherellato. In ciascun buco così formato trovasi un granulo (*b*), come avviene nella corteccia cerebrale.

Un altro nervo cerebrale che si presta moltissimo allo studio del modo di terminare delle fibrille sensitive nei centri è il *nervo ottico*. Nei Vertebrati inferiori (pesci, batrachidi, rettili), il nervo ottico si espande nella corteccia dei lobi ottici (tetto ottico) e quivi le sue fibre si dividono e suddividono, generalmente in piani paralleli alla superficie del lobo e finalmente formano un reticolo (fig. 18), il quale in certi punti è piuttosto grossolano e formato di fibrille midollari, in certi altri invece è finissimo e formato di fibrille pallide elementari. In questo reticolo finissimo, contenuto in parte nelle maglie del primo, risolvonsi pure i lunghi processi protoplasmatici delle cellule nervose che si trovano nello strato interno della parte superiore dei lobi ottici (fig. 22, 28, 32).

Come già dimostrai (2) nel *Carassius*, il *nervo vago*, penetrando nel lobo corrispondente, si divide in due radici: una interna, relativamente sottile e formata di grosse fibre, l'altra esterna molto grossa e formata di fibre sottili. Questa radice esterna o sensitiva del vago dà dei rami in gran numero, i quali si dirigono verso la

(1) Golgi, *Sulla fina struttura dei bulbi olfattorî*. Reggio-Emilia 1875. — (2) l. c. pag. 10.

corteccia del lobo, e giunti sotto lo strato di mielociti che trovansi nella periferia di questa, si risolvono in un reticolo di estrema finezza (fig. 51). Alcune fibrille sensitive del vago, prima di risolversi nel reticolo, decorrono per lungo tratto e in modo tortuoso, parallelamente alla superficie del lobo, sotto lo strato a mielociti.

Questo modo di terminazione centrale delle fibre sensitive, descritto per tre nervi cerebrali, riscontrasi anche per certi fasci di fibre cerebrali, la cui diretta provenienza da nervi sentitivi non è dimostrata.

Dopo tutto questo, parmi che l'esistenza di reticoli nervosi nel cervello, formati dalle fibrille periferiche e dai prolungamenti delle cellule nervose e distinti dalla trama di tessuto connettivo, sia sufficientemente dimostrata.

Potrebbe tuttavia qualcuno dubitare se si tratti di veri reticoli, le cui maglie siano formate di fili fra loro congiunti, ovvero se l'apparenza di rete sia dovuta ad un semplice intreccio reticolato di fibrille ramificate, fra loro affatto disgiunte. Nella maggior parte dei casi, riesce difficilissimo accertarsi direttamente dell'unione fra le fibrille che formano le maglie della rete; questa unione però è certe volte molto chiara (fig. 15, 40). In ogni caso la grande regolarità del reticolo ci autorizza ad ammetterla; poichè un semplice intreccio non potrebbe dare l'apparenza regolare di maglie poligonali (spesso pentagonali o osagonali) di eguale grandezza. Ma potrebbe farsi un'altra obbiezione: ammesso che si tratti di un vero reticolo; ammesso che in questo reticolo si risolvano da una parte i processi protoplasmatici, dall'altra le fibre nervose sensitive, non è per nulla dimostrato che fra una cellula ganglionare e una fibra periferica ci sia una vera e propria continuità. Non potrebbe, per es., il reticolo congiunto direttamente ai processi protoplasmatici essere soltanto intrecciato e non unito a quello congiunto alle fibrille sensitive; sicchè il mezzo di comunicazione fra l'uno e l'altro, se esiste, non fosse per anco stato da noi veduto?

Riconosco la giustezza di questa obbiezione; e qui vedo il limite assegnato alle ricerche fatte coi metodi presentemente noti. Chiunque ha studiato la fina tessitura dei centri nervosi, converrà meco che è impossibile convincersi direttamente, anche nei migliori preparati, che un processo protoplasmatico di una cellula ganglionare si continui, per mezzo di un reticolo, colle fibrille nervose sensitive. È certo tuttavia che, dovunque ci si presenta, il reticolo nervoso apparisce come un'unica formazione continua: nulla ci autorizza a supporre che si tratti di due reticoli intrecciati e disgiunti fra loro. Nello stato presente della scienza, dobbiamo dunque ammettere, come altamente probabile, che nei centri nervosi esiste un unico reticolo fondamentale, che serve di mezzo d'unione, non solo fra i diversi processi protoplasmatici, non solo fra le diverse fibre sensitive, ma ancora fra le cellule e le fibre nervose periferiche.

Golgi (1), nei glomeruli olfattorî, non ammette come dimostrata la continuazione fra le fibre olfattorie e i processi protoplasmatici delle cellule ganglionari; ed anzi crede che questa continuità sia molto improbabile, poichè fra queste due specie di elementi esistono differenze notabili d'aspetto, del modo di ramificarsi e di decorrere e di reazione chimica. A me sembra però che questo argomento abbia poco valore, perchè nulla osta che elementi di natura diversa siano fra loro uniti: differenze simili

(1) l. c. pag. 11.

non esistono forse fra il processo *cilinder-axis* e il protoplasma cellulare che pure sono fra loro direttamente uniti? D'altra parte l'unione fra l'una e l'altra specie di fibrille non è diretta, ma avviene per mezzo del reticolo nervoso fondamentale, che, col metodo di Golgi, forse non apparisce.

I processi protoplasmatici delle cellule pallide si colorano meno di quelli delle cellule nere e riesce quindi più difficile seguirli fin nelle loro ultime diramazioni; però, quando il coloramento nero è molto intenso, essi acquistano una tinta sufficientemente scura e si vede che si ramificano alla maniera di questi ultimi e si risolvono nel reticolo nervoso fondamentale (fig. 4, 35, 39). Adunque il rapporto fra le cellule pallide e le cellule nere è stabilito dal reticolo nervoso. Però, in alcune regioni del cervello, questo rapporto presenta delle particolarità interessantissime, che è necessario studiare per rendersi conto della natura delle due specie di elementi.

Le piccole cellule pallide abbondano in ispecie verso la superficie dei centri nervosi. Così, per es., verso la superficie dello strato molecolare del cervelletto si trovano molte cellule pallide piccolissime, che si distinguono nettamente dalle piccole cellule nere qua e là disseminate nella parte interna dello strato e dai nuclei connettivi che, come ho già notato, trovansi sotto la pia madre. La presenza di cellule nervose nello strato molecolare del cervelletto, negata da Boll, è indiscutibile e fu già chiaramente dimostrata da Golgi (1). I lunghi processi protoplasmatici delle cellule di Purkinje, attraversando lo strato molecolare vanno a mano a mano diramandosi e riduconsi in fini ramuscoli, i quali giungono fin sotto la pia madre (fig. 1, 27*b*) e sembrano dirigersi verso le piccole cellule nervose pallide, colle quali però non si uniscono direttamente, ma si risolvono nel reticolo nervoso finissimo che le circonda. Il prolungamento di queste cellule essendo spesso diretto parallelamente ai processi protoplasmatici delle cellule di Purkinje, è facile, in taluni casi, credere che questi terminino direttamente nelle cellule pallide. Così nella fig. 52 è disegnato un fino ramuscolo (*a*), il quale appartiene a un processo protoplasmatico di una cellula di Purkinje del colombo, e sembra terminare nella cellula pallida *b*; invece è semplicemente sovrapposto al prolungamento di questa e, dopo essersi incurvato, si risolve nel reticolo nervoso.

Resta tuttavia stabilito il fatto che le cellule pallide si trovano di preferenza nei luoghi di terminazione di grossi processi protoplasmatici delle cellule nere. Questa particolare disposizione, oltrechè nel cervelletto, si riscontra chiaramente in molte altre regioni del cervello. Così i lunghi processi protoplasmatici delle cellule interne del tetto ottico, riuniti in fascetti, dirigonsi perpendicolarmente alla superficie del lobo e giungono, in gran parte, fin sotto la pia madre, dove diventano esilissimi ed incurvandosi da tutte le parti finiscono per risolversi nel reticolo nervoso (fig. 28, 52, 57). Intorno all' espansione periferica di questi fasci di fibrille trovansi delle cellule pallide piccolissime (fig. 32*d*), verso le quali le fibrille stesse sembrano dirigersi, senza però mettersi con esse in diretta comunicazione. Il mezzo di comunicazione fra i diversi elementi è anche qui il reticolo fondamentale; poichè, come è

(1) Colgi. *Sulla fina anatomia del cervelletto umano.* Archivio italiano per le malattie nervose. 1874.

giusto ammettere, i sottili e pallidi prolungamenti delle piccole cellule pallide mettonsi in comunicazione con questo reticolo.

Il rapporto, or ora descritto, fra i lunghi processi protoplasmatici delle cellule nere e le cellule pallide, in molte regioni del cervello, non è così chiaramente manifesto: esso è mascherato dalla interpolazione delle due specie di elementi fra di loro.

Nello studio dei rapporti delle cellule nervose fra loro e colle fibre periferiche, non ho, fin qui, preso in considerazione che i così detti processi protoplasmatici delle cellule ganglionari: ora fa d'uopo esaminare il così detto processo *cilinder-axis* e porsi il problema, importantissimo dal punto di vista morfologico, se questo processo esista, oltrechè nelle cellule nere, anche nelle pallide.

Prima di tentare la soluzione di questo problema, è necessario farsi un concetto esatto di ciò che deve intendersi per processo *cilinder-axis*, nello stato presente della scienza. Dopo Deiters (1), sembrò definitivamente stabilito che il carattere più importante di questo processo fosse di non dividersi e di vestirsi, dopo un certo tratto, di una guaina midollare, per costituire così una fibra nervosa periferica. Prescindendo da questo carattere che ora è posto in dubbio (almeno per quanto riguarda le cellule del cervello), il processo cilindro-assile si distingue dai processi protoplasmatici perchè appare come una massa omogenea, ialina, rigida, meglio resistente del protoplasma cellulare ai reattivi, coi quali si comporta in modo diverso dei prolungamenti protoplasmatici. Poco dopo la sua origine questo processo s'assottiglia e spesso in questo punto si rompe, perchè leggermente s'incurva.

Reinhold Buchholz (2) dimostrò in modo chiaro e indiscutibile che il processo *cilinder-axis* delle cellule ganglionari dei molluschi non resta costantemente semplice, ma, prima di formare una fibra periferica, dà un gran numero di sottili ramuscoli, alla lor volta ramificati, i quali non vanno alla periferia, ma appartengono esclusimente ai centri nervosi. Questi fatti furono stabiliti da Buchholz isolando gli elementi nervosi; perciò portano l'impronta della maggiore esattezza.

Arndt (3) affermò, contrariamente a quello che Koschewnikoff (4) pretendeva d'aver dimostrato, che nessun processo basilare delle piramidi della corteccia cerebrale dell'uomo resta indiviso. Ma Arndt non stabilì, fra i molti prolungamenti che partono dalla base di queste cellule, una distinzione in processo *cilinder-axis* e processi protoplasmatici.

Golgi (5) dimostrò, pel processo *cilinder-axis* delle cellule cerebrali dei mammiferi, fatti identici a quelli dimostrati da Buchholz nei molluschi: che cioè il processo *cilinder-axis* delle cellule ganglionari « anzichè rimaner semplice, dà invece rami ed in

(1) l. c. pag. 56.

(2) R. Buchholz, *Bem. üb. d. Bau des Centralnervensystems der Süsswassermollusken.* Archiv. f. Anatomie etc. v. Reichert und Du Bois-Reymond, 1863.

(3) R. Arndt, *Bemerkungen über die Ganglienkörper der Grosshirnrinde des Menschen.* Archiv. f. Mikros. Anat. Bd. VI. H. 2. 1870.

(4) Koschewnikoff, *Axencylinderfortsatz der Nervenzellen d. Grosshirnrinde.* Arch. f. mikr. An. Bd. V.

(5) Golgi, *Sulla struttura della sostanza grigia del cervello.* Gazz. med. it. 1873; Id., *Sulla fina anatomia del cervelletto.* Arch. p. le malattie nervose, 1874; Id., *Piccole comunicazioni sulla fine struttura del midollo spinale e del cervello.* Riv. di Med. Chir. e Ter. 1874.

gran numero, i quali parimenti ne danno altri, risultandone così un complicatissimo sistema di fili intrecciati, per ogni dove diffusi nella sostanza grigia cerebrale ». Oltre a ciò, Golgi descrive le particolarità di decorso e di ramificazione di questi prolungamenti, particolarità che valgono esse pure, fino a un certo punto, a distinguerli dai processi protoplasmatici. Quanto alla significazione dei filamenti emananti dal prolungamento *cilinder-axis* ritiene come dimostrata « sia la loro diretta continuazione con quelli che, in modo identico, emanano dalle fibre nervose, sia la connessione fra i filamenti nervosi derivanti dal così detto prolungamento *cilinder-axis* di diverse cellule fra loro più o meno distanti ».

Il metodo di Golgi, per lo studio di queste particolarità del processo *cilinder-axis*, supera di gran lunga ogni altro metodo e permette di giungere a risultati certi anche sopra sezioni. Accettando le conclusioni di Golgi, io non ho fatto indagini speciali su questo punto; e d'altra parte, il metodo da me adoperato non permette di farle. Infatti, i processi cilindri-assili sono sottili, si colorano poco coll'acido osmico e sono in generale nascosti da altri elementi più grossolani o meglio colorati (fibre midollari, tessuto connettivo e cellule connettive e nervose), sicchè è impossibile seguirli per un lungo tratto con sicurezza; mentre i processi protoplasmatici e il reticolo nervoso, con questo metodo, si distinguono benissimo, perchè gli elementi che li circondano sono fini e poco colorati. Tuttavia ho potuto vedere le prime ramificazioni del processo *cilinder-axis* delle cellule nere del tetto ottico dei pesci e dell'*Emys*. Ed ho pure verificato con chiarezza che le fibre midollari motrici, laddove debbono mettersi in comunicazione coi processi cilindri-assili, presentano delle ramificazioni e delle anastomosi reticolate.

In base a tutti questi risultati, mi pare di poter stabilire che fra i prolungamenti cilindri-assili delle cellule ganglionari e le fibre midollari motrici esiste una connessione analoga a quella che si verifica fra i processi protoplasmatici e le sottili fibre sensitive: si tratta in ambi i casi di un'anastomosi complicata fra i diversi filamenti, più grossolana nel primo, più fina e regolare nel secondo. Rimangono però, fra le due specie di processi cellulari, le differenze chimiche e fisiche e del modo di decorrere e ramificarsi.

Queste differenze possono essere così concepite: i processi protoplasmatici stabiliscono, fra le cellule nervose, un legame, ramificandosi nel reticolo fondamentale, dal quale sorgono le fibre periferiche sensitive; le fibre motrici invece, fra loro anastomizzate, nascono direttamente dal corpo di ciascuna cellula, per mezzo d'un prolungamento che prende nome di processo *cilinder-axis*. Ma, come Deiters dimostrò, questo prolungamento può nascere, anzichè direttamente dalla cellula, dalla base di un processo protoplasmatico, sicchè l'uno e l'altro sistema di fibre periferiche nasce da prolungamenti della sostanza cellulare; i quali, nel caso delle fibre sensitive, sono prima ridotti a finissimi ramuscoli e anastomizzati fra loro a rete. La differenza non è dunque essenziale; tanto più che fra i grossi processi protoplasmatici e fra le diverse cellule esistono pure frequenti anastomosi dirette o indirette.

Perciò mi sembra ragionevole supporre che fra i due diversi rapporti ci siano dei termini di passaggio; e che probabilmente, quando, come è accaduto a tutti gli osservatori, rimane il dubbio se una classe di cellule nervose sia o no munita di

processo *cilinder-axis*, si tratti di un elemento che non può essere assolutamente ricondotto allo schema tipico di Deiters. Così io pure sono rimasto sovente indeciso se si trattasse di un prolungamento dell'una o dell'altra specie; perchè il modo di rifranger la luce, di decorrere e di ramificarsi offre invero tutti i possibili passaggi. E, secondo il mio modo di vedere, ogni differenza cessa quando i fili nervosi son ridotti a fibrille elementari.

Dietro questi principî, ho esaminato i diversi processi delle cellule pallide, e non mi è stato mai possibile riscontrare in esse un prolungamento *cilinder-axis* nettamente distinto. I diversi prolungamenti di queste cellule sono semplici espansioni del protoplasma cellulare, e non rifrangono la luce diversamente da questo. In pochi casi soltanto (fig. 14*a*) si può credere di aver sott'occhio un processo *cilinder-axis*, ma esaminandolo attentamente, si vede che ha i caratteri degli altri prolungamenti della stessa cellula.

Io non pretendo però di dare a questo risultato negativo un valore assoluto; poichè, quando i filamenti nervosi sono molto sottili, riesce oltremodo difficile notare le differenze che fra loro possono sussistere. Noterò ancora che le cellule pallide tipiche abbondano specialmente laddove le fibre periferiche, ridotte a fibrille elementari, si risolvono nel reticolo nervoso finissimo. Ed a questo reticolo s'uniscono le cellule pallide per mezzo di prolungamenti protoplasmatici o di filamenti sottili simili alle fibrille del reticolo stesso.

Per completare l'idea generale della struttura dei centri nervosi, osserverò che il sistema di fibre comunicanti o arcuate descritto da Golgi nello strato molecolare del cervelletto esiste in tutte le altre parti del cervello; e dapertutto l'origine di tali fibre è oltremodo complessa e il loro decorso così lungo, tortuoso e vario che supera ogni nostra rappresentazione. Nella parte interna dello strato molecolare del cervelletto si trovano molte fibre arcuate midollari che provengono dalle fibre midollari della sostanza bianca e debbono essere distinte nettamente dalle fibre arcuate pallide. Nello strato esterno del tetto ottico dei Pesci, fra la pia madre e il tratto ottico, decorrono dei fasci di queste fibrille, i quali dopo un certo tratto s'incurvano verso l'interno, traversano obliquamente il tetto e uniti ai fasci di fibre midollari dei peduncoli del tetto vanno ad espandersi nei talami ottici e nel *torus longitudinalis*.

Le fibre arcuate delle diverse regioni del cervello servono a stabilire, fra i diversi elementi nervosi, dei rapporti complicatissimi. Pensando al numero immenso di queste fibrille, che in generale, per la loro estrema sottigliezza sfuggono all'osservazione e pensando ancora al loro decorso lungo e tortuoso, alle loro ramificazioni complicate e fine, che terminano nei più fini reticoli, sarà facile farsi un'idea della loro straordinaria importanza fisiologica: per esse i rapporti scambievoli fra gli elementi dei centri nervosi sono, non solo moltiplicati all'indefinito, ma ancora variati in tutti i possibili modi.

E ad accrescere la complicazione della struttura dei centri nervosi s'aggiunge un altro fatto: le fibre dei nervi periferici non terminano tutte nella stessa regione, ma alcune fanno dei giri lunghissimi e s'insinuano in regioni molto lontane dal tratto principale del nervo.

I fatti più salienti sulle relazioni che sussistono fra gli elementi centrali nervosi possono essere così riassunti:

1.° Le cellule nervose possono essere fra loro direttamente unite; come dimostrò Trinchese (1) nei molluschi e come si verifica, almeno in certe parti dei centri nervosi, anche nei Vertebrati, giusta le osservazioni di Wagner (2), Stilling (3) ed altri, recentemente confermate da Carrière (4).

2.° Le cellule nervose sono, in generale, unite fra loro per mezzo del reticolo intercellulare in cui si risolvono i processi protoplasmatici minori e per mezzo del finissimo reticolo fondamentale in cui si risolvono i lunghi processi protoplasmatici.

3.° L'unione fra le cellule pallide e le cellule nere si effettua per mezzo del reticolo fondamentale: le prime si trovano di preferenza nei luoghi di terminazione dei lunghi processi protoplasmatici delle seconde.

4.° Le fibre sensitive sono unite alle cellule per mezzo del reticolo nervoso fondamentale.

5.° I cilindri assili motori, fra loro complicatamente anastomizzati, terminano d'ordinario nel protoplasma delle cellule nervose nere.

6.° Le fibrille comunicanti complicano e moltiplicano indefinitamente i rapporti fra gli elementi dei centri nervosi.

Così l'idea della struttura dei centri nervosi comincia ad essere adeguata alle funzioni complicate e perfette di questi organi. Pur tuttavia i mezzi d'unione descritti, per quanto costituiscano un intricatissimo laberinto, son tutti una modificazione dell'anastomosi semplice; dalla quale si passa, per gradi, all'anastomosi reticolata ed ai reticoli finissimi e regolari che formano il substrato della sostanza grigia centrale.

La teoria che sono andato svolgendo, giusta le osservazioni di Gerlach e Boll e le ricerche comparative da me istituite nelle cinque classi dei Vertebrati, è seriamente posta in dubbio, nel suo punto più importante, dalle osservazioni di Golgi (5), il quale nega recisamente che i processi protoplasmatici delle cellule ganglionari riescano a formare una rete matrice di fibre nervose. La terminazione di questi processi sarebbe, secondo Golgi, ben diversa: essi andrebbero a mettersi in rapporto (in un modo non ancora precisato) colle cellule del tessuto interstiziale.

Il metodo dell'azione opportunamente combinata del bicromato di potassa e del nitrato d'argento, trovato da Golgi, permettendo di vedere colorati in nero gli elementi dei centri nervosi, supera, per la chiarezza dei preparati, tutti gli altri metodi. Per sfortuna esso è di difficile riuscita: forse non è applicabile ai Vertebrati inferiori e agli invertebrati. Ed anche la nuova reazione, trovata recentemente da Golgi (6) stesso, mi ha dato risultati negativi negli emisferi cerebrali della rana.

(1) Trinchese, *Struttura del sistema nervoso dei molluschi gasteropodi.* Bibl. malacologica, 1870.

(2) Wagner, *Neurologische Untersuchungen*, 1854.

(3) Stilling, *Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes*, Cassel 1857-59.

(4) I. Carrière, *Ueber Anastomosen der Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes.* Arch. f. mik. An. 1877 Bd. XIV. H. 2.

(5) Golgi, l. c.; *I recenti studi sull'istologia del sistema nervoso centrale* (Dalla Rivista sperimentale di Freniatria e di Medicina legale).

(6) C. Golgi, *Di una nuova reazione apparentemente nera delle cellule nervose cerebrali, ottenuta col bicloruro di mercurio.* Archivio per le scienze mediche, vol. III. n. 11.

Io non pretendo di invalidare le conclusioni del Golgi: ho esposto i fatti che possono legittimamente stabilirsi studiando i centri nervosi col metodo dell' acido osmico; e non dispero che i risultamenti, in apparenza diversi, ottenuti coi due metodi possano, mercè il progresso delle ricerche, conciliarsi. Osservo anzi che l'esistenza del reticolo nervoso, anche accettando tutti i reperti del Golgi non si può in modo assoluto negare. Chi ci assicura, difatti, che la colorazione nera si estenda a tuttociò che vi è di nervoso in un centro? Sembra invece che, anche nei migliori preparati del Golgi, la sostanza fondamentale dei centri nervosi rimanga incolora; e ciò è certamente la condizione precipua della chiarezza con cui spiccano gli elementi che si colorano in nero. Ma è appunto in questa sostanza fondamentale che secondo Gerlach ed altri, esiste il finissimo reticolo nervoso; se dunque questa opinione è vera, essa non poteva essere confermata da Golgi, il quale non poteva quindi nemmeno confermare la terminazione in questo reticolo dei processi protoplasmatici. E nemmeno questo modo di terminazione è escluso da quello voluto dal Golgi, poichè i processi protoplasmatici sono, in generale, ricchissimi di rami e ramuscoli, che possono avere destinazione diversa. Ed anzi, nei Vertebrati inferiori, nell'*Emys*, per es., le cellule connettive della corteccia cerebrale sono talmente scarse in numero, che se questo modo di terminazione si verifica, esso deve essere affatto eccezionale. I rapporti fra gli elementi nervosi ed i connettivi sono tuttavia, come ho dimostrato, così stretti e complessi, che un legame (qualunque esso sia) fra le cellule nervose e le connettive è possibilissimo: però io non ho mai potuto verificarlo. Nel caso disegnato nella fig. 29, un ramuscolo terminale di un processo protoplasmatico dirigevasi verso una cellula connettiva; ma i suoi ultimi filamenti anastomizzati a rete, erano semplicemente inclusi nelle lacinie di tessuto connettivo emananti da questa cellula.

Così io credo che, anche dopo le osservazioni di Golgi, il valore della teoria iniziata da Gerlach non sia scemato.

IV.

Teoria delle cellule pallide e delle cellule nere.

La proprietà che distingue in due categorie le cellule nervose e che ho esaminato ne'suoi punti più importanti, può avere un alto significato fisiologico.

È noto che le sostanze grasse, riducendo l'acido osmico, determinano il coloramento degli elementi organici immersi in questo reagente. La mielina, il cui costituente principale è una sostanza grassa, ha perciò la proprietà di annerire fortemente sotto l' azione dell'acido osmico. La tinta che prende la mielina è un nero-azzurrognolo. Gli elementi, che oltre le fibre midollari, si trovano nei centri nervosi, allorchè si colorano, prendono in generale una tinta bruno-giallastra: è questa la tinta che assumono le cellule anneribili. Senza conoscere da che dipenda questa diversità di coloramento, mi limito a notarla per evitare false o incerte interpretazioni.

È necessario tuttavia confessare che la diffusione della mielina nei centri nervosi è molto più grande di quello che in generale si ammette; giacchè questa sostanza non cessa mai ad un tratto di rivestire le più fine fibrille, ma si riscontra anche in quelle che vanno direttamente a diramarsi nel reticolo fondamentale. Così essa trovasi,

secondo me, in quantità tenuissima anche nelle fibrille olfattorie, le quali sarebbero fibrille primitive isolate; mentre i cilindri assili sarebbero fasci di fibrille primitive, rivestiti da una guaina midollare comune. Ma senza entrare nella questione della presenza della mielina nei più fini elementi centrali, si può con certezza asserire che l' annerimento determinato dall'azione dell'acido osmico in talune cellule gangliari è simile a quello che lo stesso reagente determina nelle fibrille del reticolo fondamentale.

Questo fatto, che potrebbe per se stesso far supporre che le cellule anneribili siano una diretta continuazione delle fibrille del reticolo, si collega naturalmente all'altro fatto della striatura fibrillare delle cellule nervose, osservata da lungo tempo e descritta con esattezza da M. Schultze (1). I recenti studî di H. Schultze (2) porrebbero fuor di dubbio che la costituzione fibrillare è propria della cellula nervosa vivente. R. Arndt (3), applicando le sue teorie sulla struttura della cellula a questa particolare questione, sostiene che la striatura delle cellule nervose non è data da vere fibrille, ma da un allineamento di quelle particelle elementari che egli chiama *Elementarkügelchen*. Questa interpretazione però, anche se fosse vera, non distruggerebbe l'importanza del fatto che le cellule nervose mostrano nel loro interno delle fibrille; siano poi queste o no formate dall' allineamento di elementi piccoli. Egli è certo, d'altra parte, che le fibrille del corpo delle cellule si continuano nei processi protoplasmatici ed anche nel processo *cilinder-axis;* sicchè una cellula gangliare, come già molti pensarono, non sarebbe altro che un luogo di intersezione di un gran numero di fibrille elementari. E la reazione speciale che ho osservato per una specie di cellule cerebrali, mi permette di dare un nuovo significato a questa teoria; inquantochè le fibre che formano il reticolo nervoso si colorano coll'acido osmico come le fibrille che attraversano le cellule anneribili e mostrano così di avere con queste un' identità di natura chimica. Sicchè attraverso le cellule nere passano e s'intrecciano le fibrille del reticolo.

Ma le cellule pallide presentano esse pure la striatura fibrillare? Sì, benchè in esse più difficilmente tale striatura possa osservarsi; tuttavia le fibrille che attraversano il corpo delle cellule pallide sono pallidissime e non hanno quindi i caratteri chimici delle fibrille del reticolo. E qui si dimostra l'importanza della diversità di forma che s'osserva fra le cellule nere e le cellule pallide. Come ho già notato, le cellule nere sono sempre intimamente compenetrate alla nevroglia, e per mezzo dei loro molteplici prolungamenti, strettamente unite al reticolo nervoso; mentre le cellule pallide sono contenute in spazi liberi da nevroglia ed hanno una certa indipendenza dal reticolo, a cui sono unite per mezzo di pochi prolungamenti.

Da tutto ciò si rivela che le cellule nere possono essere considerate come *organi d'intersezione* e le cellule pallide come *organi di terminazione* delle fibrille del reticolo. E a questo proposito è degna di nota la struttura dei glomeruli olfattorî. Nell'interno di questi organi ho descritto un reticolo nervoso, i cui fili talvolta

(1) M. Schultze, *Allgemeiner über die Structurelemente des Nervensystems.* (Stricker's Handbuch 1871.

(2) H. Schultze, *Axencylinder und Ganglienzellen* (Arch. f. An. u. Physiol. v. His. Braune u. Du Bois Reymond 1878 H. IV. V).

(3) Arndt, *Ueber einige bemerkenswerthe Verschiedenheit im Hirnbau des Menschen.* (Virchow's Archiv. Bd. 72, 1878).

s' ingrossano formando dei corpuscoli irregolari, che sono semplici luoghi di passaggio di più fibrille elementari. Fra questi corpuscoli e le cellule nere propriamente dette s'osservano tutte le forme intermedie imaginabili; e così si hanno tutti i passaggi fra la semplice intersezione di due fibrille elementari, che nel punto dove s'incrociano presentano un ingrossamento e l'intersezione complessa di un numero grande delle stesse fibrille, la quale si opera per mezzo di un elemento organico morfologicamente determinato.

Prima di cercare, in base a questi principî, qual sia il significato fisiologico delle cellule pallide e delle cellule nere, è mestieri esaminare un'obbiezione che potrebbe esser fatta per togliere alla proprietà che le distingue gran parte del suo valore. L' obbiezione è questa: le cellule pallide e nere forse non rappresentano altro che cellule nervose centrali in diversi stadî del loro sviluppo e le cellule pallide forse non sono altro che elementi giovani. Se ciò fosse le cellule pallide dovrebbero abbondare straordinariamente negl' individui molto giovani; invece trovansi nella stessa proporzione tanto nei giovani che negli adulti. E per qual ragione dovrebbero gli elementi giovani formare, anche negl'individui adulti, degli organi costanti e caratteristici nell'interno dei centri nervosi? A me pare ragionevole ammettere che se anche negl'individui adulti v'ha produzione di nuovi elementi, questi debbano essere uniformemente diffusi in tutto il cervello e che fra un elemento giovane e un elemento vecchio debbano esserci tutti i possibili stadî intermedî. Invece, fra le cellule pallide e le cellule nere non vi sono passaggi; e solo raramente s'incontrano elementi che non possono esser messi nè nell'una, nè nell'altra categoria.

Questa interpretazione non ha dunque nessun fondamento di probabilità. Ed esclusa, d'altra parte, con sicurezza, l'accidentalità della reazione, sorge naturalmente il pensiero, che essa sia il segno d'una differenza fisiologica fra le cellule gangliari.

Ogni considerazione fisiologica sui centri nervosi, comechè involta nelle oscure quistioni della psicologia, riesce di grande difficoltà; sicchè è anzitutto necessario definire con grande esattezza il significato dei termini usati. Da gran tempo gli anatomici distinsero le cellule ganglionari in *motrici* e *sensitive*; e dissero motrici quelle cellule da cui partono le fibre motrici, sensitive quelle dalle quali hanno origine i nervi di senso. Questa distinzione, semplicemente formale, non include nessuna idea preconcetta sulla funzione degli elementi dei centri nervosi; ma non ha nessun valore per la loro intima fisiologia. Difatti essa potè essere applicata al midollo spinale, dove sensazioni, nel vero significato psichico della parola non hanno sede. Bisogna adunque cercare di distinguere in modo più razionale gli elementi centrali nervosi.

Non è mio intendimento di considerare le cellule gangliari come la sede di quelle azioni fisiche che dal lato morale rappresentano la trama dei fatti psichici; benchè questa presupposizione sia generalmente accettata come una verità indiscutibile. Però è necessario ammettere che le cellule nervose hanno con tali azioni uno stretto rapporto. Chiamo dunque *motrici* quelle cellule che sono in relazione diretta o indiretta coll'attività coordinatrice dei movimenti dell'organismo; chiamo invece *sensitive* quelle cellule che sono in rapporto coll'attivita centrale corrispondente alle sensazioni. Questa distinzione però non è che una presupposizione ipotetica fatta per intendersi sul significato delle parole; avvegnachè nulla autorizzi fin qui ad ammettere che i due

momenti dai quali risulta un fatto psichico siano anatomicamente rappresentati da due specie di cellule. Ma la diversità chimica ed anatomica che, come ho dimostrato, esiste indubitatamente fra le cellule ganglionari, può appunto essere interpretata in questo senso; sicchè la distinzione fisiologica presupposta riceve una base di fatto e diventa un'ipotesi probabile e scientifica.

In generale, le cellule nere formano i nuclei d'origine dei nervi motori; mentre le cellule pallide abbondano laddove le fibre sensitive dei nervi dei sensi superiori risolvonsi nei fini reticoli nervosi.

Cellule nere tipiche sono quelle che si trovano nei corni anteriori del midollo spinale. Quanto alle cellule dei corni posteriori, debbo confessare che esse non hanno il carattere ben spiccato di cellule pallide. Ma vere cellule sensitive non possono trovarsi nel midollo spinale che è sede unicamente di azioni riflesse.

Le fibre della radice motrice del vago nel *lobus nervi vagi* del *Carassius* si mettono in connessione con cellule nere; mentre le fibrille della radice sensitiva si risolvono nel reticolo della corteccia, dove si trovano soltanto piccole cellule pallide.

I centri dei nervi motori dell'occhio sono formati esclusivamente di cellule nere. Le cellule pallide abbondano straordinariamente nel tetto ottico e in regioni a questo intimamente connesse, come sarebbero, nei pesci, il *torus longitudinalis* e i gangli della glandula pineale.

Gli emisferi cerebrali sono, fra i lobi che compongono il cervello, quelli che presentano il maggior numero di cellule pallide tipiche; essi sono pure, come la fisiologia dimostra, gli organi delle più alte funzioni psichiche.

Nel cervelletto i così detti granuli sono alcuni del tipo delle cellule nere, altri del tipo delle pallide. Le cellule di Purkinje sono nere: nello strato che esse formano si trova raramente qualche cellula pallida. Le cellule dello strato molecolare sono prevalentemente pallide.

I lobi o bulbi olfattorî presentano un numero grandissimo di cellule pallide, le quali sono però interpolate a molte cellule nere.

Le cellule della retina, compresi i così detti nuclei, sono tutte pallide. Per accertarmi di questo fatto, ho incluso un pezzo di retina dell' *Emys* in un emisfero cerebrale dello stesso animale e in queste condizioni l'ho assoggettato all'azione successiva dell'acido osmico e dell'alcool, perchè, come ho notato in principio, le cellule anneribili non si colorano se sono poste in immediato contatto colla soluzione di acido osmico. Soltanto alcune grosse cellule retiniche situate vicino all' entrata del nervo ottico si tingono leggermente in bruno; ma anche queste conservano il tipo delle cellule pallide.

Oltre a ciò, le cellule nere hanno un processo *cilinder-axis*; le cellule pallide invece, secondo le mie osservazioni, non hanno che processi protoplasmatici. Ora tutte le fibre dei nervi di senso si risolvono nel reticolo nervoso unito ai processi protoplasmatici, mentre le fibre motrici, per quanto ne sappiamo, hanno origine da processi cilindri assili.

Per tutte queste ragioni, io inclino ad ammettere, come un'ipotesi seria e scientifica, che le cellule nere siano motrici, le cellule pallide sentitive. Le grosse cellule nere, specialmente le cellule di Purkinje, si dimostrano a prima vista come organi

destinati a raccogliere, per mezzo del loro lungo processo protoplasmatico principale, le impressioni sensitive diffuse nel reticolo e nelle cellule pallide in questo contenute e trasmetterle, coordinandole, alla periferia, per mezzo del loro processo *cilinder-axis*. La fig. 1 dà un'idea esatta di questo rapporto. Le cellule pallide, che sono gli elementi terminali del reticolo, sarebbero gli organi delle più alte funzioni psichiche.

In ultima analisi che cos'è un elemento motore? È un organo dove le impressioni sensitive, che nel cervello s'accumulano, passano e si trasmutano in azioni centrifughe. E le cellule nere sono difatti, per le loro proprietà chimiche e morfologiche, semplici luoghi d'intersezione e di passaggio delle fibrille del reticolo. In questo senso, può essere considerato come motore anche un elemento dal quale non nasce direttamente una fibra motrice; ed è facile rendersi conto della presenza di un gran numero di cellule nere anche nei centri sensitivi, come i lobi olfattorî e il tetto ottico. E a proposito di quest'ultimo noterò che le moderne esperienze fisiologiche tenderebbero a dimostrare che non nei lobi ottici hanno lor sede le sensazioni visive, ma negli amisferi cerebrali (giro angolare) (1).

Come la psicologia moderna ha dimostrato, una sensazione non può avere un valore obbiettivo se non è intimamente legata ad un'energia motrice. Adunque, considerando le cellule nere come motrici, non recherà meraviglia il fatto della loro grande diffusione nei centri nervosi superiori, anche nelle regioni essenzialmente sensitive.

V.

Conclusione.

1. Nei centri nervosi dei Vertebrati trovansi due specie di cellule nervose: le une, per l'azione dell'acido osmico, anneriscono, le altre restano pressochè incolore. Queste due specie di cellule differiscono fra loro anche per la forma ed i rapporti che hanno colla nevroglia che le circonda. Le une e le altre formano, nell'interno dei centri nervosi, degli organi distinti, ben localizzati e costanti.

2. Lo studio della sostanza fondamentale dei centri nervosi nella serie dei Vertebrati, fatto col metodo dell'acido osmico, permette di confermare l'esistenza del reticolo di Gerlach, e in pari tempo, di definire la natura della sostanza interstiziale: questa è formata dovunque di un tessuto spugnoso reticolato, con fibrille più o meno robuste; dal quale il reticolo nervoso si distingue per proprietà chimiche e morfologiche.

3. Le cellule nere sono, in generale, munite di processo *cilinder-axis* e debbono, per la loro forma e natura chimica, essere considerate come organi dove le fibrille del reticolo passano e s'intersecano; le cellule pallide non hanno, in generale, processo *cilinder-axis*, e per la forma e natura chimica, possono considerarsi come organi terminali delle fibrille del reticolo.

4. Le cellule nere sono, secondo ogni probabilità, organi destinati alla coordinazione delle azioni motrici, dirette o indirette; le cellule pallide, invece, sono gli organi delle funzioni psichiche sensitive.

(1) Ferrier, *Le fonctions du Cerevau*, p. 263. Paris 1878.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

FIG. 1. — Elementi dello strato molecolare del cervelletto dell'*Emys europaea*, Verick 3/VIII; *a* reticolo nervoso terminale; *b* fibrille arcuate; *c* cellule pallide esterne; *d* cellula nera dello strato molecolare; *e* grosso processo protoplasmatico di una cellula di Purkinje (*i*); *f* porzione del processo protoplasmatico di un'altra cellula di Purkinje; *g* cellula pallida fusiforme interna; *h* cellula connettiva; *h'* tessuto connettivo areolare; *i* cellula di Purkinje; *l* processo *cilinder-axis* di questa cellula.

» 2, 6. — Cellule pallide degli emisferi cerebrali del *Carassius auratus*, Verick 3/VIII.

» 3, 10. — Cellule nere della parte esterna e superiore degli emisferi cerebrali della Rana, alquanto retratte per l'azione dell'acido osmico, Verick 3/VIII.

» 4. — Cellula pallida dei rigonfiamenti interni degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Verick 3/VIII.

» 5. — Cellula nera dei lobi ottici dell'*Emys*, Verick 3/VIII; *a* reticolo nervoso grossolano; *b* processo protoplasmatico; *c* processo *cilinder-axis* (?).

» 7. — Cellula nera del tetto ottico della Tinca, bucherellata per l'azione dell'acido osmico, Zeis 1/F.

» 8. — Cellula pallida del tetto ottico della Tinca, Zeiss 1/F.

» 9. — Cellula pallida degli emisferi cerebrali del Colombo, Verick 3/VIII.

» 11. — Cellula nera del tetto ottico della Tinca, Zeiss 4/J imm.; *a* reticolo nervoso; *b* processo protoplasmatico; *c* processo *cilinder-axis*.

» 12. — Cellula pallida del rigonfiamento centrale degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Zeiss 3/F; *a* limite dello spazio pericellulare; *b* nucleo connettivo.

» 13. — Porzione d'un glomerulo olfattorio dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm. (figura circa 1/3 più grande dell'imagine microscopica); *a* ingrossamenti del reticolo; *b* granuli che si trovano nei vani del reticolo; *c* trama di tessuto connettivo areolare.

» 14. — Cellula pallida dei rigonfiamenti interni degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Zeiss 3/F.

» 15. — Reticolo nervoso a maglie esagonali, sottostante ai glomeruli olfattori, Verick 3/VIII.

» 16. — Cellula nera dei lobi olfattori dell'*Emys*, Zeiss 3/F.

» 17. — Glomerulo olfattorio dell'*Emys*, Zeiss 3/F; *a* fibrille olfattorie; *b* reticolo nervoso del glomerulo, sostenuto da una trama di tessuto connettivo; *c* piccola cellula nera; *d* cellula connettiva stellata; *e* nucleo connettivo; *f* processo protoplasmatico di una grossa cellula nera.

» 18. — Terminazione di una fibra del tratto ottico nel tetto ottico del *Carassius*, Verick 3/VIII.

» 19. — Tessuto connettivo dello strato molecolare del cervelletto dell'*Emys*, Zeiss 1/F.

» 20. — Ramuscolo terminale di un processo protoplasmatico di una cellula ganglionare della corteccia cerebrale dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm.; *a* reticolo nervoso; *b* stroma fondamentale connettivo.

» 21. — Modo come le fibre midollari dei lobi ottici della rana si risolvono nel reticolo nervoso, Verick 3/VIII.

» 22. — Terminazione di un sottilissimo processo protoplasmatico di una cellula dello strato interno del tetto ottico della Tinca, Zeiss 4/J imm.

» 23. — Cellula pallida della corteccia del *lobus nervi vagi* del *Carassius*, Zeiss 3/F.

» 24. — Nuclei della Retina dell'*Emys*, Verick 3/VIII.

» 25. — Cellula nera degli emisferi cerebrali della Rana, Verick 3/VIII.

» 26. — Elementi dei lobi olfattori dell'*Emys*, Zeiss 3/J imm.; *a* reticolo nervoso; *b* processi protoplasmatici delle cellule nere.

» 27. — Terminazione degli ultimi rami dei processi protoplasmatici delle cellule di Purkinje (*Emys*), Zeiss 4/J imm.; *a* reticolo nervoso; *b* ramuscoli terminali dei detti processi protoplasmatici; *c* fibrilla arcuata.

» 28. — Terminazione dei processi protoplasmatici delle cellule del tetto ottico della Tinca, Zeiss 4/J imm.

» 29. — Terminazione dei processi protoplasmatici nella corteccia cerebrale dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm; *a* ramuscoli terminali dei processi protoplasmatici; *b* reticolo nervoso; *c* stroma fondamentale connettivo; *d* cellula connettiva

Fig. 30. — Elementi dello strato esterno del *lobus nervi vagi* del *Carassius*, Zeiss 4/J imm.; *a* piccola cellula pallida; *b* nucleo connettivo.

» 31. — Cellula pallida degli emisferi cerebrali della Rana, Verick 3/VIII.

» 32. — Terminazione dei lunghi processi protoplasmatici delle cellule del tetto ottico dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm.; *a* fibrille terminali dei processi protoplasmatici; *b* reticolo nervoso finissimo, in cui questi si risolvono; *c* fibrille arcuate; *d* piccola cellula pallida.

» 33. — Cellula nera della parte sottile degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Verick 3/VIII; *a* reticolo nervoso; *b* processi protoplasmatici; *c* processo *cilinder-axis*.

» 34. — Cellula pallida del rigonfiamento centrale degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Zeiss 3/F; *a* limite dello spazio pericellulare; *b* nuclei connettivi.

» 35. — Due cellule della parte sottile degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Zeiss 3/J imm.; *a* cellula pallida; *b* cellula nera; *c* reticolo nervoso.

» 36. — Cellula pallida dei rigonfiamenti centrali degli emisferi cerebrali della Rana, Zeiss 3/F.

» 37. — Epitelio dei ventricoli cerebrali dell'*Emys*, Verich 3/VIII; *a* cellule epiteliali; *b* cellule connettive; *c* nucleo connettivo; *d* trama di tessuto connettivo areolare.

» 38. — Cellula pallida del tetto ottico dell'*Emys*, Zeiss 3/F; *a* limite dello spazio libero che trovasi intorno alla cellula; *b* cellula nervosa; *c* corpuscolo di tessuto connettivo.

» 39. — Cellula pallida dei rigonfiamenti centrali degli emisferi cerebrali della Rana, Zeiss 3/F.

» 40. — Porzione di un processo protoplasmatico di una grossa cellula nera dei lobi olfattori dell'*Emys*, Zeiss 3/F.

» 41. — Anastomosi fra due processi protoplasmatici delle cellule olfattorie dell'*Emys*, Zeiss 3/F.

» 42. — Cellule della parte sottile degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Zeiss 3/J imm.; *a* reticolo nervoso; *b* cellule pallide; *c* cellule nere; *d* nucleo connettivo; *e* reticolo grossolano formato dai processi basilari delle cellule nere.

» 43. — Cellula nera della parte centrale degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Verick 3/VIII; *a* reticolo nervoso; *b* processi protoplasmatici; *c* processo *cilinder-axis*.

» 44. — Cellula di Purkinje del Coniglio, Verick 3/VIII; *a* processo protoplasmatico; *b* processo *cilinder-axis*.

» 45. — Elementi circostanti ai glomeruli, Zeiss 4/J imm.; *a* piccola cellula nera; *b* cellula connettiva.

» 46. — Cellula dei corni anteriori del midollo spinale della Rana, Verick 3/VIII; *a* processo *cilinder-axis*; *b* processi protoplasmatici.

» 47. — Cellula della Retina dell'*Emys*, Zeiss 3/F.

» 48. — Due cellule fusiformi dei lobi olfattori dell'*Emys*, fra loro congiunte per mezzo di un filamento *b*, Zeiss 1/J imm.

» 49. — Cellula pallida degli emisferi cerebrali della Rana, con un corpuscolo connettivo *a*, accanto. Verick 3/VIII.

» 50. — Cellula dello strato molecolare della Retina dell'*Emys*, Verick 3/VIII.

» 51. — Terminazione di una fibrilla midollare del vago nella corteccia del *lobus nervi vagi* del *Carassius*, Zeiss 4/J imm.

» 52. — Piccola cellula pallida della superficie dello strato molecolare del cervelletto del Colombo, Zeiss 3/J imm.; *a* ramuscolo terminale di un processo protoplasmatico di una cellula di Purkinje.

» 53. — Fascetto di fibrille olfattorie dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm.

» 54. — Elementi degli emisferi cerebrali dell'*Emys*, Verick 3/VIII; *a* prolungamento della pia madre; *b* cellule di Deiters; *c* intreccio del reticolo nervoso col tessuto connettivo.

» 55. — Cellule pallide della corteccia del *lobus nervi vagi* del *Carassius*, Zeiss 1/F.

» 56. — Elementi dello strato esterno del *lobus nervi vagi* del *Carassius*, Zeiss 4/J imm.; *a* piccola cellula pallida; *b* nucleo connettivo.

» 57. — Terminazione di un processo protoplasmatico d'una cellula fusiforme del tetto ottico dell'*Emys*, Zeiss 4/J imm.

» 58. — Fascetto di fibrille olfattorie dell'*Emys*, le quali si risolvono nel reticolo dei glomeruli, Zeiss 4/J imm.

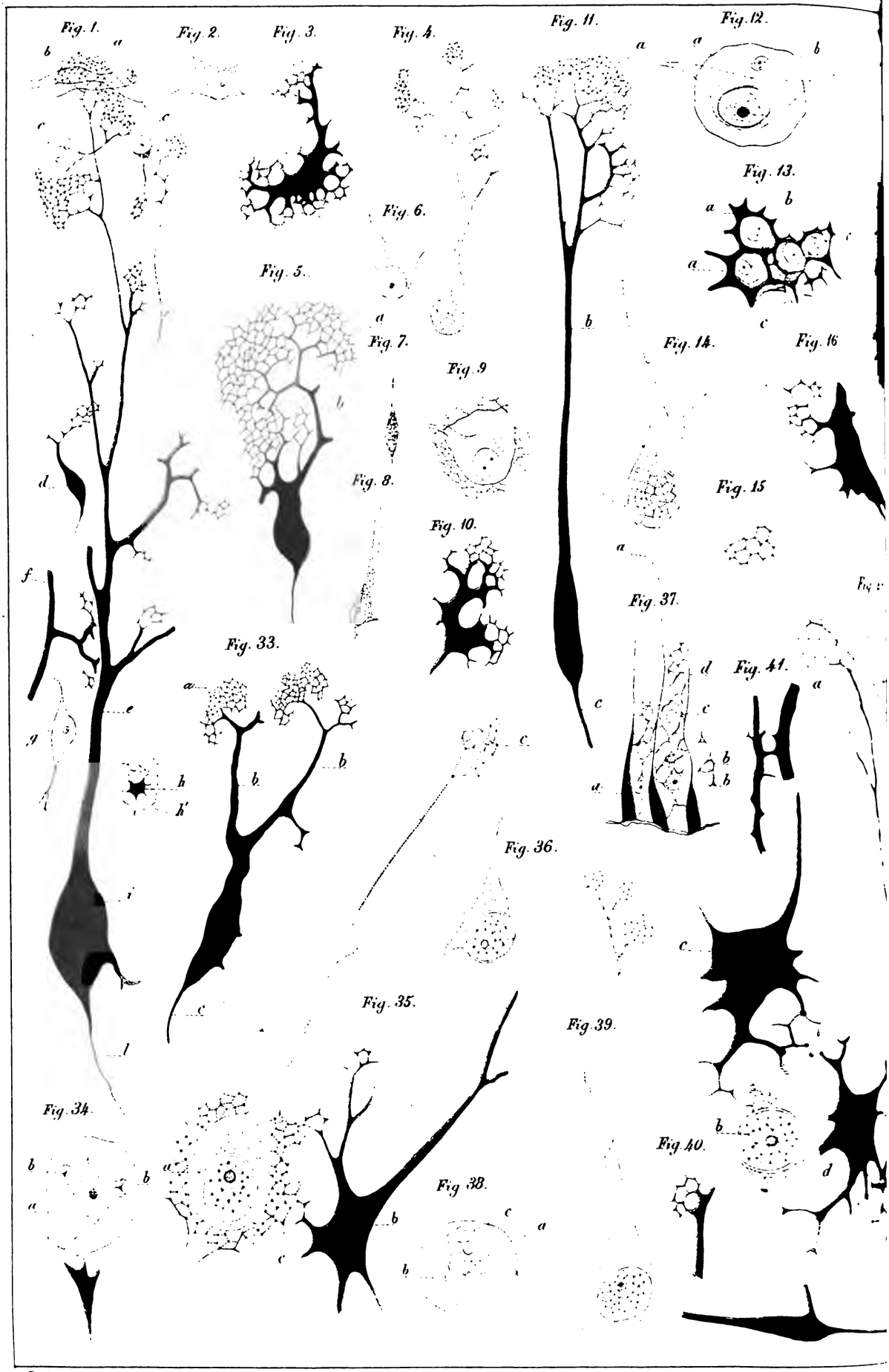


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.

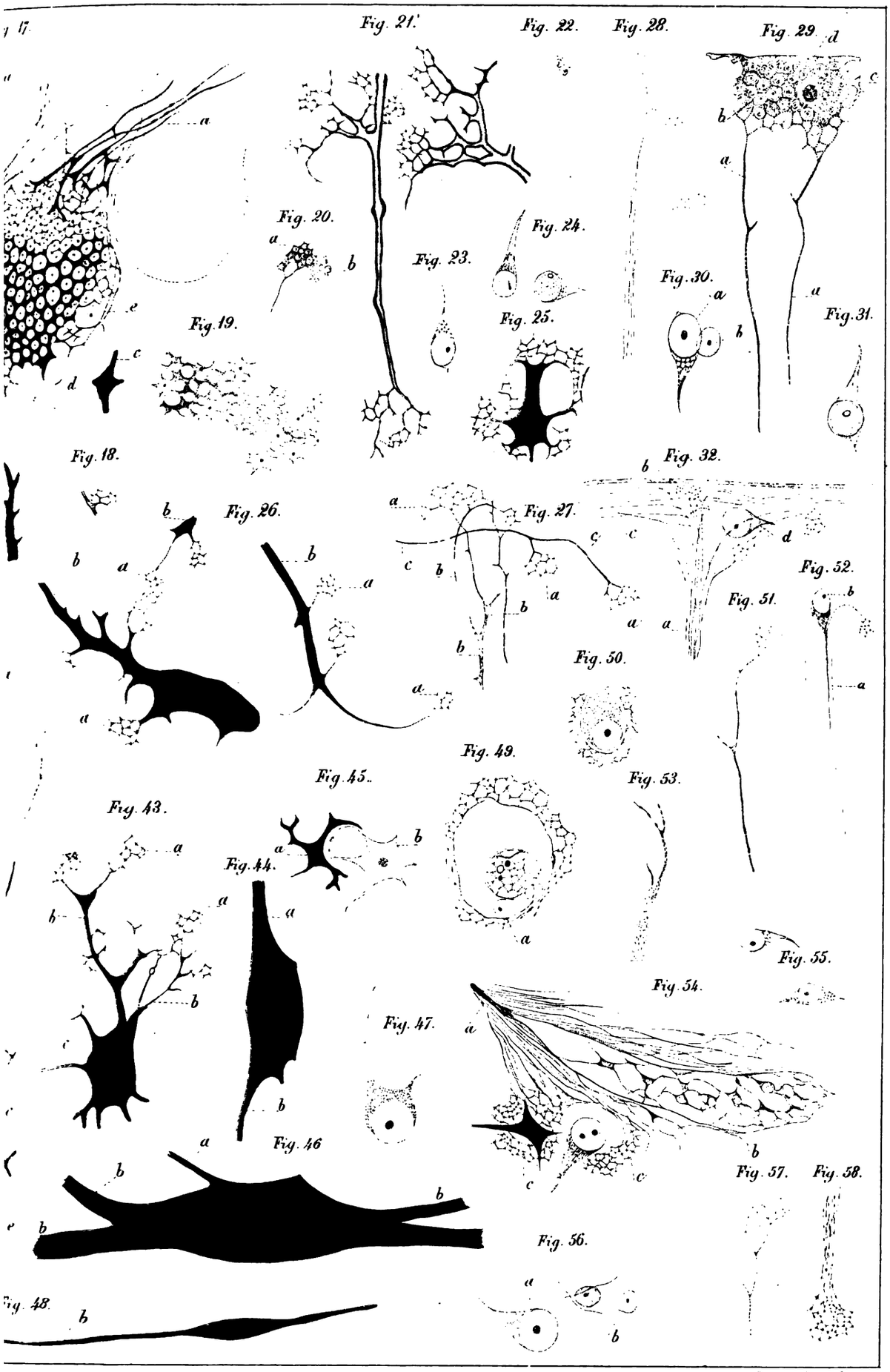


Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.

Sull'attrazione di un anello circolare od ellittico.

Nota del Socio E. BELTRAMI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

Lo studio dell'attrazione esercitata, secondo la legge newtoniana, da un anello circolare omogeneo infinitamemente sottile, conduce ad alcuni risultati analitici interessanti, che credo non ancora noti e che mi propongo di qui esporre brevemente.

Si chiami a il raggio della circonferenza ed M la massa distribuita uniformemente sovr'essa. Assumendo per asse delle z l'asse della circonferenza e per piano xy il piano di questa, la funzione potenziale è rappresentata, per definizione, da

$$(1) \qquad V = \frac{M}{\pi}\int_0^{\pi} \frac{d\theta}{\sqrt{a^2 + u^2 + z^2 - 2au\cos\theta}},$$

dove $u = \sqrt{x^2 + y^2}$ è la distanza (assoluta) dell'origine dal piede della perpendicolare z condotta dal punto attratto (x, y, z) al piano xy, e θ è l'angolo che un raggio variabile della circonferenza fa colla retta u.

Questo integrale si può ridurre immediatamente a forma canonica, assumendo come variabile d'integrazione $\frac{\pi - \theta}{2}$ invece di θ. Ma si giunge più direttamente allo scopo che abbiamo in mira introducendo due quantità positive σ_1 e σ_2 mediante le formole

$$(2) \qquad \begin{cases} a^2 + u^2 + z^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 \\ au = \sigma_1\sigma_2. \end{cases} \qquad \sigma_1 \geqq \sigma_2$$

Con ciò l'integrale diventa

$$V = \frac{M}{\pi}\int_0^{\pi} \frac{d\theta}{\sqrt{\sigma_1^2 - 2\sigma_1\sigma_2\cos\theta + \sigma_2^2}},$$

e, mediante la nota sostituzione di Landen

$$\sigma_1 \operatorname{sen}(\varphi - \theta) = \sigma_2 \operatorname{sen}\varphi,$$

assume la forma canonica

$$(1)_a \qquad V = \frac{2M}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_2^2\operatorname{sen}^2\varphi}}.$$

Le quantità σ_1, σ_2 hanno un significato geometrico semplicissimo. Infatti le formole (2) danno

$$(u \pm a)^2 + z^2 = (\sigma_1 \pm \sigma_2)^2,$$

cosicchè se si pone

$$\rho^2_1 = (u + a)^2 + z^2,$$
$$\rho^2_2 = (u - a)^2 + z^2,$$

cioè se si designano con ρ_1 e ρ_2 la massima e la minima distanza (assoluta) del punto attratto dalla circonferenza attraente, si ha

$$\rho_1 = \sigma_1 + \sigma_2, \qquad \rho_2 = \sigma_1 - \sigma_2,$$

donde

$$\sigma_1 = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}, \qquad \sigma_2 = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}.$$

Questa proprietà, che stabilisce la dipendenza delle due quantità σ_1, σ_2 dalla posizione del punto attratto, può essere formulata in altro modo. Designando con σ un parametro indeterminato, le (2) danno

$$(\sigma^2 - \sigma^2_1)\ (\sigma^2 - \sigma^2_2) = \sigma^2 (\sigma^2 - a^2) - (\sigma^2 - a^2)\, u^2 - \sigma^2 z^2,$$

donde

$$(2)_a \qquad \frac{(\sigma^2 - \sigma^2_1)\ (\sigma^2 - \sigma^2_2)}{\sigma^2 (\sigma^2 - a^2)} = 1 - \frac{u^2}{\sigma^2} - \frac{z^2}{\sigma^2 - a^2}.$$

Di qui risulta che σ_1 e σ_2 sono le due radici positive, l'una non minore di a, l'altra non maggiore di a, dell'equazione

$$\frac{u^2}{\sigma^2} + \frac{z^2}{\sigma^2 - a^2} = 1.$$

Ponendo nell'integrale $(1)_a$

$$\operatorname{sen} \varphi = \frac{\sigma_1}{\sigma},$$

si ottiene

$$(1)_b \qquad V = \frac{2M}{\pi} \int_{\sigma_1}^{\infty} \frac{d\sigma}{\sqrt{(\sigma^2 - \sigma^2_1)\ (\sigma^2 - \sigma^2_2)}},$$

e ponendo di nuovo in questo integrale

$$\sigma^2 = a^2 + \lambda^2, \qquad \sigma^2_1 = a^2 + \lambda^2_1, \qquad \sigma^2_2 = a^2 + \lambda^2_2$$

(dove λ_2 è una quantità immaginaria pura) si ottiene

$$V = \frac{2M}{\pi} \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{\lambda d\lambda}{\sqrt{(a^2 + \lambda^2)\ (\lambda^2 - \lambda^2_1)\ (\lambda^2 - \lambda^2_2)}}.$$

Ma se anche nella formola $(2)_a$ si surrogano le λ, λ_1, λ_2 alle σ, σ_1, σ_2, mediante le relazioni precedenti, si trova

$$\frac{(\lambda^2 - \lambda^2_1)\ (\lambda^2 - \lambda^2_2)}{(a^2 + \lambda^2)\ \lambda^2} = 1 - \frac{u^2}{a^2 + \lambda^2} - \frac{z^2}{\lambda^2};$$

quindi all'integrale V si può dare finalmente la forma seguente

$$(1)_e \qquad V = \frac{2M}{\pi} \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{d\lambda}{(a^2 + \lambda^2)\sqrt{s}},$$

dove si è posto

$$s = 1 - \frac{u^2}{a^2 + \lambda^2} - \frac{z^2}{\lambda^2},$$

e dove λ_1 è l'unica radice positiva dell'equazione $s = 0$.

La sostituzione che conduce direttamente dal primitivo valore (1) di V a quest'ultimo è

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{\sqrt{(a^2 + \lambda^2_1)(\lambda^2 - \lambda^2_2)} - \sqrt{(a^2 + \lambda^2_2)(\lambda^2 - \lambda^2_1)}}{a^2 + \lambda^2}.$$

Ciò posto osserviamo che la nuova forma $(1)_e$ di V appartiene ad un tipo conosciuto, cioè al tipo

$$2\pi a^2 \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{f(s)\, d\lambda}{a^2 + \lambda^2},$$

che abbiamo già considerato altre volte nei Rendiconti del r. Istituto Lombardo (veggasi la Nota *Intorno ad alcune questioni di elettrostatica*, letta il 15 marzo 1877, e quella *Sulle funzioni potenziali di sistemi simmetrici intorno ad un asse*, letta il 1° agosto 1878). Abbiamo dimostrato allora (veggasi anche l'eccellente libro del prof. E. Betti, *Teorica delle forze newtoniane*, Pisa 1879 p. 156) che per tutte le funzioni potenziali di questo tipo si può immediatamente assegnare, sotto una forma analoga, la funzione *associata* W, cioè una funzione che, eguagliata ad una costante arbitraria, rappresenta le linee di forze in ciascun piano meridiano. Applicando quel teorema alla attuale funzione V, si ha

$$(3)_e \qquad W = \frac{2Mz}{\pi} \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{d\lambda}{\lambda^2 \sqrt{s}}$$

come funzione ad essa associata, cioè come funzione che, eguagliata ad una costante arbitraria, rappresenta in ciascun piano per l'asse le linee di forza dell'anello circolare.

Eseguendo ora su questa funzione W, in senso inverso, le trasformazioni che abbiamo precedentemente eseguite sulla funzione V, si trova dapprima l'espressione

$$W = \frac{2Mz}{\pi} \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{d\lambda \sqrt{a^2 + \lambda^2}}{\lambda \sqrt{(\lambda^2 - \lambda^2_1)(\lambda^2 - \lambda^2_2)}},$$

dalla quale si passa tosto alla seguente

$$(3)_b \qquad W = \frac{2Mz}{\pi}\int_{\sigma_1}^{\infty} \frac{\sigma^2 d\sigma}{(\sigma^2 - a^2)\sqrt{(\sigma^2-\sigma^2_1)(\sigma^2-\sigma^2_2)}},$$

che corrisponde alla forma $(2)_b$ di V; indi a quest'altra

$$(3)_a \qquad W = \frac{2M\sigma^2_1 z}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(\sigma^2_1 - a^2\,\mathrm{sen}^2\,\varphi)\sqrt{\sigma^2_1 - \sigma^2_2\,\mathrm{sen}^2\,\varphi}},$$

che dev'essere considerata come la forma canonica di W, e che corrisponde alla forma canonica $(1)_a$ di V; e finalmente a questa

$$(3) \qquad W = \frac{Mz}{\pi}\int_0^{\pi} \frac{d\theta\sqrt{a^2 + u^2 + z^2 - 2au\cos\theta}}{(u - a\cos\theta)^2 + z^2},$$

che corrisponde alla primitiva espressione (1) di V.

Bisogna osservare tuttavia che il teorema dianzi invocato, per dedurre la funzione W dalla V, è stato dimostrato (nei citati lavori) con procedimenti analitici i quali suppongono che la funzione $f(s)$, nel ricordato integrale tipico, sia finita per $s = 0$ insieme colla sua derivata prima, ipotesi che non sussistono nel caso presente. Per rimovere dunque ogni dubbio sulla validità di questa nuova applicazione, dimostreremo che il detto teorema sussiste indipendentemente da quelle ipotesi, e ci varremo a tal uopo del metodo già adoperato dal prof. Dini, nell'importante sua Memoria *Sulla funzione potenziale dell'ellisse e dell'ellissoide* (Memorie della R. Accademia dei Lincei per l'anno 1875).

Applicando questo metodo, il quale consiste nell'assumere s invece di λ come variabile d'integrazione, alla funzione

$$U = \int_{\lambda_1}^{\infty} \Lambda f(s)\, d\lambda,$$

dove Λ è funzione della sola λ, si ha dapprima

$$U = \int_0^1 \frac{\Lambda f(s)\, ds}{\frac{\partial s}{\partial \lambda}},$$

espressione in cui le coordinate figurano unicamente nel fattore

$$\frac{\Lambda}{\frac{\partial s}{\partial \lambda}}.$$

Ora con opportune trasformazioni si riconosce che

$$\frac{\partial s}{\partial \lambda}\,\delta\,\frac{\Lambda}{\frac{\partial s}{\partial \lambda}} = \frac{\partial}{\partial \lambda}(\Lambda \delta\lambda),$$

dove δ è simbolo di derivazione rispetto ad una coordinata qualunque; epperò si ha

$$\delta U = \int_{\lambda_1}^{\infty} f(s)\,\frac{\partial}{\partial \lambda}(\Lambda\delta\lambda)\,d\lambda .$$

Applicando questa formola alle funzioni V e W, col porre successivamente

$$\Lambda = \frac{1}{a^2+\lambda^2}, \qquad \Lambda = -\frac{1}{\lambda^2}$$

(tenendo conto a parte del fattore z che entra in W), si trova

$$\frac{\partial W}{\partial u} - u\,\frac{\partial V}{\partial z} = \frac{2M}{\pi}\int_{\lambda_1}^{\infty} f(s)\,\frac{\partial}{\partial \lambda}\left\{\frac{\frac{\partial \lambda}{\partial u}z}{\lambda^2} - \frac{\frac{\partial \lambda}{\partial z}u}{a^2+\lambda^2}\right\} d\lambda ,$$

$$\frac{\partial W}{\partial z} + u\,\frac{\partial V}{\partial u} = \frac{2M}{\pi}\int_{\lambda_1}^{\infty} f(s)\,\frac{\partial}{\partial \lambda}\left\{\frac{\frac{\partial \lambda}{\partial u}u}{a^2+\lambda^2} + \frac{\frac{\partial \lambda}{\partial z}z}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda}\right\} d\lambda .$$

Ma essendo

$$\frac{\partial \lambda}{\partial u} = \frac{Hu}{\lambda(a^2+\lambda^2)}, \qquad \frac{\partial \lambda}{\partial z} = \frac{Hz}{\lambda^3},$$

dove

$$\frac{1}{H} = \left(\frac{u}{a^2+\lambda^2}\right)^2 + \left(\frac{z}{\lambda^2}\right)^2,$$

le quantità fra parentesi sotto i due integrali sono identicamente nulle: si ha dunque, indipendentemente da ogni restrizione circa i valori di $f(0)$ e di $f'(0)$,

$$\frac{\partial W}{\partial u} = u\,\frac{\partial V}{\partial z}, \qquad \frac{\partial W}{\partial z} = -\,u\,\frac{\partial V}{\partial u},$$

le quali due equazioni dimostrano ad un tempo che V è una funzione potenziale esterna e che W è la sua funzione associata.

Si può dimostrare, più generalmente, che la funzione

$$V = \frac{2M}{\pi}\int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda^2)\,(b^2+\lambda^2)\,s}},$$

dove

$$s = 1 - \frac{x^2}{a^2+\lambda^2} - \frac{y^2}{b^2+\lambda^2} - \frac{z^2}{\lambda^2},$$

funzione la quale si riduce alla (1) nel caso particolare $a = b$, è la funzione potenziale d'una massa M distribuita lungo la curva ellittica

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

colla densità variabile

$$g = \frac{Mp}{2\pi ab},$$

dove p è la perpendicolare condotta dal centro alla tangente dell'ellisse nel punto considerato. Si troverà la dimostrazione (del resto assai facile) di questo teorema in una Memoria *Sulla teoria dell'attrazione degli ellissoidi* presentata all'Accademia di Bologna. Ho fatto qui menzione di tale risultato unicamente per aggiungere una riflessione che nasce dal confronto di questa funzione potenziale dell'anello ellittico colla funzione più generale

$$2\pi ab \int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{f(s)\, d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda^2)(b^2+\lambda^2)}},$$

la quale, come è noto, può rappresentare la funzione potenziale d'un disco ellittico, la cui densità h, variabile omoteticamente, sia data dalla formola

$$h(t) = \frac{f(0)}{\sqrt{t}} + \int_0^t \frac{f'(\tau)\, d\tau}{\sqrt{t-\tau}},$$

dove

$$t = 1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}.$$

Per la validità di questa espressione della densità si richiede in primo luogo che $f(0)$ sia quantità finita, talchè l'espressione stessa non è punto applicabile al caso attuale, in cui

$$f(s) = \frac{M}{\pi^2 ab\sqrt{s}}. \tag{4}$$

Si può tuttavia ricavare da essa un'altra formola che è conciliabile con quest'ipotesi. Infatti essendo $\pi abdt$ l'area compresa fra le due ellissi omotetiche t e $t+dt$, la massa $M(t)$, contenuta nella corona ellittica limitata esternamente dal contorno del disco ed internamente dall'ellisse t, è data, quando la precedente formola della densità è applicabile, da

$$M(t) = \pi ab \int_0^t h(t)\, dt$$

$$= \pi abf(0) \int_0^t \frac{dt}{\sqrt{t}} + \pi ab \int_0^t dt \int_0^t \frac{f'(\tau)\, dt}{\sqrt{t-\tau}}.$$

ossia da

$$M(t) = 2\pi abf(0)\sqrt{t} + \pi ab \int_0^t d\sigma \int_0^\sigma \frac{f'(\tau)\,d\tau}{\sqrt{\sigma-\tau}}.$$

Invertendo l'ordine delle integrazioni colla regola di Dirichlet, si ha

$$M(t) = 2\pi ab \left\{ f(0)\sqrt{t} + \int_0^t f'(\tau)\sqrt{t-\tau}\,dt \right\},$$

formola nella quale l'espressione fra parentesi è quella che risulta dal trasformare l'integrale

$$-\int_0^t f(\tau)\frac{d\sqrt{t-\tau}}{d\tau}d\tau$$

mediante la regola d'integrazione per parti. Ammessa dunque la validità di tale trasformazione, la quantità in discorso è rappresentata più semplicemente da

$$M(t) = \pi ab \int_0^t \frac{f(\tau)\,d\tau}{\sqrt{t-\tau}}.$$

Ora, se in questa formola si introduce l'ipotesi (4), si trova

$$M(t) = M,$$

risultato il quale s'accorda perfettamante coll'ipotesi di una massa M distribuita tutta sul contorno del disco, poichè in tale ipotesi $M(t)$ riesce per definizione indipendente da t ed eguale costantemente ad M.

Sembrerebbe perciò preferibile usare, per la determinazione di $h(t)$, la formola

$$h(t) = \frac{d}{dt}\int_0^t \frac{f(\tau)\,d\tau}{\sqrt{t-\tau}},$$

tanto più che il valore di $M(t)$, donde questa è dedotta, può essere stabilito direttamente.

Osserviamo che, designando con λ_1, λ_2, λ_3 le tre radici reali dell'equazione $s = 0$, dove

$$s = 1 - \frac{x^2}{a^2+\lambda} - \frac{y^2}{b^2+\lambda} - \frac{z^2}{\lambda},$$

l'espressione di V prende la forma elegante

$$V = \frac{M}{\pi}\int_{\lambda_1}^{\infty} \frac{d\lambda}{\sqrt{(\lambda-\lambda_1)(\lambda-\lambda_2)(\lambda-\lambda_3)}}$$

(λ_1 essendo la radice più grande), e rappresenta la funzione potenziale d'una massa M distribuita lungo l'ellisse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \qquad \text{ossia} \qquad \lambda_1 = \lambda_2,$$

colla densità variabile

$$g = \frac{Mp}{2\pi ab}.$$

Ponendo $\theta = 2\psi$ l'espressione (1) di V si riduce immediatamente alla forma

$$(1)_d \qquad V = \frac{M}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1 \operatorname{sen}^2 \psi + \rho^2_2 \cos^2 \psi}},$$

ossia

$$V = \frac{M}{\rho},$$

dove ρ è la media aritmetico-geometrica delle due quantità ρ_1, ρ_2.

Considerata come funzione di queste due variabili, l'espressione V soddisfa ad un'equazione alle derivate parziali, molto semplice ed elegante, che crediamo utile di stabilire.

Per tal uopo incominciamo coll'osservare che, ove si assumano come coordinate di un punto dello spazio la longitudine ω del piano condotto per esso e per l'asse delle z, e le radici σ_1, σ_2 dell'equazione

$$\frac{u^2}{\sigma^2} + \frac{z^2}{\sigma^2 - a^2} = 1,$$

si ha

$$ds^2 = (\sigma^2_1 - \sigma^2_2)\left(\frac{d\sigma^2_1}{\sigma^2_1 - a^2} + \frac{d\sigma^2_2}{a^2 - \sigma^2_2}\right) + \frac{\sigma^2_1 \sigma^2_2}{a^2} d\omega^2,$$

dove ds è un elemento lineare arbitrario. Formando l'equazione di Laplace con queste coordinate σ_1, σ_2, ω e supponendo che la funzione V, cui essa si riferisce, sia indipendente da ω, si ha

$$(5) \qquad M_1 \frac{\partial}{\partial \sigma_1}\left(N_1 \frac{\partial V}{\partial \sigma_1}\right) + M_2 \frac{\partial}{\partial \sigma_2}\left(N_2 \frac{\partial V}{\partial \sigma_2}\right) = 0,$$

dove

$$M_1 = \frac{\sqrt{\sigma^2_1 - a^2}}{\sigma_1}, \qquad M_2 = \frac{\sqrt{a^2 - \sigma^2_2}}{\sigma_2},$$

$$N_1 = \sigma_1 \sqrt{\sigma^2_1 - a^2}, \qquad N_2 = \sigma_2 \sqrt{a^2 - \sigma^2_2}.$$

Ciò posto sostituiamo alle variabili σ_1, σ_2 le variabili

$$\rho_1 = \sigma_1 + \sigma_2, \qquad \rho_2 = \sigma_1 - \sigma_2.$$

Essendo

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_1} = \frac{\partial}{\partial \rho_1} + \frac{\partial}{\partial \rho_2}, \qquad \frac{\partial}{\partial \sigma_2} = \frac{\partial}{\partial \rho_1} - \frac{\partial}{\partial \rho_2},$$

si ottiene subito

$$(M_1 N_1 + M_2 N_2)\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \rho_1^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial \rho_2^2}\right) + 2(M_1 N_1 - M_2 N_2)\frac{\partial^2 V}{\partial \rho_1 \partial \rho_2}$$
$$+ \left(M_1 \frac{\partial N_1}{\partial \sigma_1} + M_2 \frac{\partial N_2}{\partial \sigma_2}\right)\frac{\partial V}{\partial \rho_1} + \left(M_1 \frac{\partial N_1}{\partial \sigma_1} - M_2 \frac{\partial N_2}{\partial \sigma_2}\right)\frac{\partial V}{\partial \rho_2} = 0.$$

Di qui, sostituendo i valori di M_1, M_2, N_1, N_2 ed esprimendo anche i coefficienti in funzione di ρ_1, ρ_2, si deduce

$$(5)_a \qquad (\rho^2{}_1 - \rho^2{}_2)\left(U + \rho_1 \frac{\partial U}{\partial \rho_1} + \rho_2 \frac{\partial U}{\partial \rho_2}\right)$$
$$+ 4a^2\left\{\rho_2 \frac{\partial}{\partial \rho_1}\left(V + \rho_2 \frac{\partial V}{\partial \rho_2}\right) - \rho_1 \frac{\partial}{\partial \rho_2}\left(V + \rho_1 \frac{\partial V}{\partial \rho_1}\right)\right\} = 0,$$

dove per brevità si è posto

$$U = \rho_1 \frac{\partial V}{\partial \rho_2} + \rho_2 \frac{\partial V}{\partial \rho_1}.$$

Quest'equazione $(5)_a$ è quella in cui si trasforma l'equazione di Laplace quando la funzione potenziale V, appartenente ad un sistema simmetrico intorno all'asse delle z, si consideri come formata colle variabili ρ_1, ρ_2, di cui abbiamo già data al principio la definizione geometrica.

Ora la funzione potenziale $(1)_d$ dell'anello circolare è omogenea e del grado -1 rispetto a queste variabili: quindi per essa si ha

$$U + \rho_1 \frac{\partial U}{\partial \rho_1} + \rho_2 \frac{\partial U}{\partial \rho_2} = 0,$$
$$V + \rho_1 \frac{\partial V}{\partial \rho_1} + \rho_2 \frac{\partial V}{\partial \rho_2} = 0,$$

e la precedente equazione $(1)_d$ si riduce alla seguente:

$$(5)_b \qquad \frac{\partial}{\partial \rho_1}\left(\rho_1 \rho_2 \frac{\partial V}{\partial \rho_1}\right) = \frac{\partial}{\partial \rho_2}\left(\rho_1 \rho_2 \frac{\partial V}{\partial \rho_2}\right).$$

Tale è l'equazione alle derivate parziali che ci proponevamo di stabilire, e che differisce soltanto nella forma da quella che il sig. Borchardt ha dato alla fine della sua Memoria *Ueber das arithmetisch-geometrische Mittel* nel t. 58 del Giornale di Crelle. Quest'equazione non è, come si vede, che una trasformata dell'equazione di Laplace.

In virtù di essa l'espressione

$$\rho_1 \rho_2 \left(\frac{\partial V}{\partial \rho_1} d\rho_2 + \frac{\partial V}{\partial \rho_2} d\rho_1\right)$$

è un differenziale esatto. Ora ponendo

$$\rho_2 = k\rho_1,$$

V può mettersi sotto la forma

$$V = \frac{U}{\rho_1},$$

dove U è funzione soltanto di k; ed il precedente differenziale, trasformato dalle variabili ρ_1, ρ_2 alle variabili ρ_1, k, diventa

$$\left(\frac{dU}{dk} k k' - U k'\right) d\rho_1 - \left(Uk + \frac{dU}{dk} k'\right) \rho_1 dk,$$

dove

$$k^2 + k'^2 = 1 .$$

Quest' espressione può scriversi anche così

$$kk'^2 \frac{dU}{dk} d\rho_1 + kU\rho_1 dk - d(\rho_1 k^2 U),$$

e la condizione perchè essa sia un differenziale esatto è quindi

$$(5)_o \qquad \frac{d}{dk}\left(kk'^2 \frac{dU}{dk}\right) = kU ,$$

ossia è la nota equazione alle derivate del second' ordine cui soddisfanno i due integrali ellittici completi

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k^2 \operatorname{sen}^2 \psi}} , \quad K' = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k'^2 \operatorname{sen}^2 \psi}} .$$

Riponendo per k il suo valore, cioè

$$k = \frac{\rho_2}{\rho_1} , \qquad k' = \frac{\sqrt{\rho^2_1 - \rho^2_2}}{\rho_1} ,$$

si trova che vi sono due distinte funzioni potenziali omogenee e del grado -1 rispetto a ρ_1 e ρ_2, cioè

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1 - \rho^2_2 \operatorname{sen}^2 \psi}} , \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1 \cos^2 \psi + \rho^2_2 \operatorname{sen}^2 \psi}} ,$$

prescindendo naturalmente da quelle che sono composte linearmente con queste due. La nostra funzione $(1)_d$ corrisponde alla seconda forma; ed è facile riconoscere a qual distribuzione di materia appartenga la funzione della prima forma. Infatti essa è finita e continua in tutto lo spazio, insieme colle sue derivate, ad eccezione dei punti pei quali $\rho_1 = \rho_2$, cioè dei punti dell'asse delle z. D'altronde è noto che per valori di k prossimi all' unità si ha

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - k^2 \operatorname{sen}^2 \psi}} = \log \frac{4}{k'} ,$$

talchè per punti prossimi all' asse delle z si ha

$$v = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1 - \rho^2_2 \operatorname{sen}^2 \psi}} = \frac{1}{\rho_1} \log \frac{4\rho_1}{\sqrt{\rho^2_1 - \rho^2_2}} .$$

Ma

$$\rho^2_1 - \rho^2_2 = 4au ,$$

quindi

$$v = -\frac{1}{2\rho_1}\log u + \frac{1}{\rho_1}\log\frac{2\rho_1}{\sqrt{a}},$$

epperò

$$\lim\left(\frac{v}{\log u}\right) = -\frac{1}{2\rho_1}, \quad \text{per} \quad u = 0.$$

Ne risulta che v è la funzione potenziale d'una massa disseminata lungo l'asse delle z colla densità variabile

$$g = \frac{1}{4\rho_1} = \frac{1}{4\sqrt{a^2+\zeta^2}},$$

ζ essendo la distanza dell'origine dal punto cui la densità g si riferisce.

In virtù di questa proprietà il precedente valore di v non deve differire che nella forma dal seguente:

$$v = \frac{1}{4}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\zeta}{\sqrt{(a^2+\zeta^2)\left[u^2+(\zeta-z)^2\right]}}.$$

L'equivalenza dei due valori di v si dimostra applicando dapprima a questo ultimo integrale la trasformazione di 1° grado, secondo le regole di Richelot (cfr. Enneper, *Elliptische Functionen*, Halle 1876 p. 25-26); nel qual modo si trova

$$v = \tfrac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{\sigma^2_1\,\mathrm{sen}^2\theta + \sigma^2_2\cos^2\theta}},$$

cioè

$$v = \frac{\pi}{4\sigma},$$

dove σ è la media aritmetico-geometrica delle due quantità

$$\sigma_1 = \frac{\rho_1+\rho_2}{2}, \qquad \sigma_2 = \frac{\rho_1-\rho_2}{2}.$$

Ora se si osserva che l'identità, già stabilita, dei due valori $(1)_a$ ed $(1)_d$ di V, è espressa da

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{\sigma^2_1-\sigma^2_2\,\mathrm{sen}^2\varphi}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1\,\mathrm{sen}^2\psi+\rho^2_2\cos^2\psi}},$$

si riconosce subito che insieme con questa eguaglianza si deve avere anche quest'altra

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{\sigma^2_1\,\mathrm{sen}^2\theta+\sigma^2_2\cos^2\theta}} = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho^2_1-\rho^2_2\,\mathrm{sen}^2\psi}},$$

in virtù della quale l'ultimo valore trovato per v equivale al seguente

$$v = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{\rho_1^2 - \rho_2^2 \operatorname{sen}^2 \psi}},$$

come appunto dovevasi dimostrare. La trasformazione dell'un integrale nell'altro risulta dunque dalla sovrapposizione di due, l'una lineare, l'altra di Landen, caso già considerato del resto da Richelot nella Memoria originale (t. 34 del Giornale di Crelle p. 23).

Fra i lavori che più diffusamente trattano dell'attrazione di un anello circolare si può citare quello di Plana nel t. XXIV delle Memorie della r. Accademia di Torino, lavoro di cui Todhunter dà un resoconto abbastanza esteso nel t. II della sua *History of the Theories of Attraction and the Figure of the Earth* (London 1873 p. 414-424). In questo lavoro però l'autore non ha considerato di proposito la funzione potenziale dell'anello, ma si è occupato quasi esclusivamente delle componenti dell'attrazione, e però non ha avuto occasione nè di trovare le varie forme canoniche di V, dedotte nella presente Nota, nè di determinare la funzione associata W.

Il calcolo delle differenze finite, interpretato ed accresciuto di nuovi teoremi, a sussidio principalmente delle odierne ricerche basate sulla variabilità complessa.

Memoria del Socio F. CASORATI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

Le ricerche che si fanno colla variabilità complessa si basano, almeno in parte, essenzialmente sulle relazioni che scaturiscono dal considerare i modi di comportarsi delle funzioni di una variabile complessa al girare di questa intorno a taluni suoi valori particolari. Questa osservazione mi fece nascere il pensiero di investigare e stabilire, una volta per sempre, in anticipazione ed indipendentemente da ogni studio o scopo particolare, le proprietà e le formole generali, che da siffatte relazioni fondamentali importa ed è possibile di ricavare a beneficio delle singole ricerche ulteriori; così da costituirne una teorica a sè, della quale, come di strumento comune, possano giovarsi tutti coloro che d'ora innanzi vorranno intraprendere studî sulle funzioni di variabili complesse.

Nel tradurre in atto questa idea riconobbi che il mio còmpito era assai più facile di quello che in prima reputassi; riducendosi esso per gran parte ad interpretare convenientemente il *Calcolo delle differenze finite.* Vidi poi anche esserci, *non un solo*, ma *diversi* modi di interpretare questo Calcolo delle funzioni di variabili *discrete* a vantaggio delle ricerche sulle funzioni di variabili *continue.*

Qui mi limiterò ad esporre nella PARTE PRIMA la interpretazione che per la prima viene suggerita dalla osservazione sovra esposta (1); mostrandone subito nella PARTE SECONDA la fecondità col farne applicazione a studî in oggi assai coltivati.

PARTE PRIMA.

Art. 1. Sia x una variabile complessa indipendente, i cui valori immagineremo rappresentati nel solito modo dai punti di un piano, e sia x_1 un suo valore particolare intorno a cui vogliamo che essa giri. Insino a quando non si devano considerare simultaneamente giri intorno a più punti, giova ritenere che la variabile possa muoversi soltanto entro una porzione del piano racchiusa fra due cerchi di centro x_1, porzione che diremo *corona*, ed occorrendo, di centro x_1.

(1) Vedi per altre interpretazioni la Memoria, dell'egual titolo di questa, nel tomo X (Milano, 1880) degli Annali di Matematica.

Qui ci occuperemo esclusivamente di funzioni analitiche di x, aventi in x_1 quella qualunque singolarità che si voglia, ma per le quali si possa imaginare intorno ad x_1 una corona entro cui esse sieno esenti da ogni singolarità. Scelto comunque un punto x_0 nella corona, una qualunque, y, di tali funzioni si potrà imaginare rappresentata da una serie di potenze intere positive di $x-x_0$ convergente nel massimo cerchio di centro x_0 contenuto nella corona. Da questa prima serie se ne potranno imaginare dedotte altre ed altre quante si vorranno relative analogamente ad altri punti presi successivamente, come x_0, nella corona. La y si dirà *monotropa* nella corona, se ripiglierà lo stesso valore al ritornare di x in uno stesso punto dopo compiuto un giro intorno ad x_1; *politropa* in ogni altro caso.

Diremo *positivo* un giro intorno ad x_1 quando si faccia nel senso stesso in cui deve rotare la parte positiva dell'asse reale per sovrapporsi con un quarto di giro alla parte positiva dell'asse imaginario. È anche il senso secondo cui si ritiene che cresca l'angolo od argomento di $x-x_1$.

Ciò premesso, significherò con Δy la differenza o l'incremento che la funzione y riceve mentre la variabile indipendente, partendo dal punto qualunque x della corona, vi ritorna compiendo un giro positivo intorno ad x_1.

Ora, osserviamo che risulta

$$\Delta \log (x - x_1) = 2\pi i ,$$

cioè che $\log (x - x_1)$ si comporta, rispetto alle differenze di cui vogliamo trattare, come si comporta nel *Calcolo delle differenze* la variabile che ivi si assume come indipendente. Dunque, riferendo metodicamente da qui innanzi le differenze di tutte le altre funzioni a quella del logaritmo di $x-x_1$ come se questo fosse la variabile indipendente, potremo tradurre immediatamente tutti i risultati già conseguiti nel detto *Calcolo* in altrettanti relativi alla teorica che ci siamo proposto di costituire. In altre parole, questa teorica non è altro in sostanza che lo stesso *Calcolo delle differenze*, interpretato, come dicemmo, in guisa particolarmente opportuna per le ricerche sulla variabilità complessa. A siffatta particolare interpretazione poteva anche condurre senz'altro la osservazione del frequente comparire della funzione elementare $\log (x-x_1)$ in coteste ricerche.

Per maggiore semplicità ci riferiremo, non al $\log (x - x_1)$, ma alla

$$t = \frac{\log (x - x_1)}{2\pi i}$$

per cui $\Delta t = 1$, Quindi, imaginare che la x compia uno, due, ... giri intorno ad x_1 sarà lo stesso che imaginare che la t cresca di una, due, ... unità; e potremo riguardare le funzioni secondo l'opportunità o come dipendenti da x o come dipendenti da t.

Pel frequente uso, significheremo con la sola lettera ϖ il periodo $2\pi i$ della funzione esponenziale. Pertanto x e t dipenderanno sempre tra loro come segue

$$t = \frac{\log (x - x_1)}{\varpi} , \qquad x - x_1 = e^{\varpi t} .$$

Art. 2. Nel *Calcolo delle differenze*, le grandezze che hanno la differenza nulla si dicono *costanti*; ma s'intende che possono essere funzioni periodiche, aventi

per periodo la differenza costante della variabile indipendente. Dal presente nostro punto di vista le grandezze che avranno la differenza nulla saranno quelle le quali, come funzioni di x, ripigliano al girare di x nella corona sempre lo stesso valore in uno stesso punto, cioè sono *monotrope*; e le quali, come funzioni di t, riescono appunto dotate del periodo $\Delta t = 1$. Nel presente scritto, per significare brevemente *funzione monotropa* userò della lettera φ, minuscola o majuscola ed accompagnata, occorrendo da indici od accenti. Sarà dunque sempre

$$\Delta\varphi = 0\,, \qquad \Delta\varphi y = \varphi\Delta y\,;$$

e, come soluzione dell'equazione $\Delta y = 0$, avremo $y = \varphi$, intendendosi una φ del resto arbitraria. E, giusta il teorema di Laurent, potremo sempre porre

$$\varphi = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} c_n (x - x_1)^n = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} c_n e^{n\varpi t},$$

ove le c significhino grandezze affatto costanti rispetto a t come rispetto ad x.

Art. 3. Si sa che nel *Calcolo delle differenze*, importa di considerare, non solo le differenze $\Delta y = y(t+1) - y(t)$, ma anche separatamente i valori $y(t+1)$ delle funzioni. Però, invece di $y(t+1)$ od y_{t+1}, scriveremo θy. Avremo per tal modo il vantaggio di poter riguardare θ come un simbolo d'operazione, anche virtualmente separabile dal suo soggetto, cioè di quell'operazione che eseguita sul soggetto y_t dà per risultato y_{t+1}. Sarà dunque per definizione

$$\theta y = y + \Delta y\,, \qquad \Delta y = \theta y - y\,.$$

θy significa ciò che diventa y dopo un giro positivo di x intorno ad x_1.

Importando di ripetere più volte le operazioni significate da Δ e θ, esprimeremo, come suolsi già per le differenze. $\Delta.\Delta y$ e $\theta.\theta y$ con $\Delta^2 y$ e $\theta^2 y$; ed in generale riterremo

$$\Delta.\Delta^n y = \Delta^{n+1} y\,, \qquad \theta.\theta^n y = \theta^{n+1} y\,.$$

Art. 4. *Differenziazione finita.* Sotto questo titolo, in una distesa esposizione della presente interpretazione, dovrebbero collocarsi le formole nelle quali, mediante l'introduzione di $\frac{1}{\varpi}\log(x - x_1)$ in luogo della variabile discreta e delle φ in luogo delle costanti, si traducono le formole date sotto il medesimo titolo nei trattati di *Calcolo delle differenze*; scegliendole, ben'inteso, o completandole in vista dei particolari bisogni delle ricerche sulla variabilità complessa. Ma in questa breve Memoria non presenterò altre formole di differenziazione fuorchè le poche seguenti, per usarne più in basso.

Esprimerò con $t^{(n)}$ la *facoltà*

$$t^{(n)} = t\,(t-1)\,\ldots\,(t-n+1)$$

e con a, α due costanti invariabilmente legate tra loro come $x - x_1$ e t, cioè come segue

$$\alpha = \frac{\log a}{\varpi}, \qquad a = e^{\varpi\alpha}\,,$$

di guisa che sarà identicamente

$$a^t = (x - x_1)^\alpha.$$

Ecco alcune formole elementari per le ϑ e Δ d'ordine μ.

$$\vartheta^\mu t^n = (t + \mu)^n, \qquad \Delta^\mu t^{(n)} = n^{(\mu)} t^{(n-\mu)},$$
$$\vartheta^\mu a^t = a^\mu a^t, \qquad \Delta^\mu a^t = (a-1)^\mu a^t.$$

Espressa con x, quest'ultima riga darebbe

$$\vartheta^\mu (x - x_1)^\alpha = a^\mu (x - x_1)^\alpha, \qquad \Delta^\mu (x - x_1)^\alpha = (a-1)^\mu (x - x_1)^\alpha.$$

Di tutte le altre formole non ne porgerò che due; l'una per la ϑ^μ di una funzione intera di $\log(x - x_1)$ con coefficienti monotropi; l'altra per la $(\vartheta - a)^\mu$ del prodotto di una così fatta funzione per la potenza qualsiasi α^{ma} di $x - x_1$.

Prendendo la funzione intera sotto la forma

$$\overset{n}{\mathrm{F}} = \varphi_0 t^n + n_1 \varphi_1 t^{n-1} + n_2 \varphi_2 t^{n-2} + \ldots + \varphi_n,$$

dove n_1, n_2, ... significano i soliti coefficienti binomiali, essa potrà riguardarsi come potenza n^{ma} simbolica di $t + \varphi$, e se ne otterrà subito

$$\vartheta^\mu \overset{n}{\mathrm{F}} = \overset{n}{\mathrm{F}} + n_1 \mu \overset{n-1}{\mathrm{F}} + n_2 \mu^2 \overset{n-2}{\mathrm{F}} + \ldots + \mu^n \overset{0}{\mathrm{F}} \tag{1}$$

dove s'intende essere

$$\overset{0}{\mathrm{F}} = \varphi_0$$
$$\overset{1}{\mathrm{F}} = \varphi_0 t + \varphi_1$$
$$\overset{2}{\mathrm{F}} = \varphi_0 t^2 + 2\varphi_1 t + \varphi_2$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Invece di $\vartheta y - ay$ conviene sovente scrivere $(\vartheta - a)y$. L'operazione $(\vartheta - a)$, parlandone come fosse semplice, può essere ripetuta e s'intende essere

$$(\vartheta - a)(\vartheta - a)^{\mu-1} y = (\vartheta - a)^\mu y$$

ossia

$$(\vartheta - a)^\mu y = \vartheta^\mu y - \mu_1 a \vartheta^{\mu-1} y + \mu_2 a^2 \vartheta^{\mu-2} y - \ldots + (-1)^\mu a^\mu y.$$

Per trovare la $(\vartheta - a)^\mu$ del prodotto

$$(x - x_1)^\alpha \mathrm{F} \qquad \text{ossia} \qquad a^t \mathrm{F}$$

in maniera semplice, giova supporre la F espressa colle facoltà t, $t^{(2)}$, ..., $t^{(n)}$ piuttosto che colle potenze t, t^2, ..., t^n (1). Sia dunque

$$a^t \mathrm{F} = a^t \left(\Phi_0 t^{(n)} + \Phi_1 t^{(n-1)} + \ldots + \Phi_n \right).$$

Essendo

$$(\vartheta - a) a^t t^{(n)} = n a a^t t^{(n-1)}, \tag{2}$$

si ottiene

$$(\vartheta - a)^\mu a^t \mathrm{F} = a^\mu a^t \left(n^{(\mu)} \Phi_0 t^{(n-\mu)} + (n-1)^\mu \Phi_1 t^{(n-1-\mu)} + \ldots + \mu^{(\mu)} \Phi_{n-\mu} \right). \tag{3}$$

(1) Naturalmente, devo qui anche tralasciare le formole che servono a passare da un'espressione formata colle potenze alla equivalente formata con le facoltà, e viceversa; le quali servono nel tempo stesso a passare da un'espressione contenente derivate rispetto ad x alla equivalente formata con derivate rispetto a t. Queste formole sono molto semplici; così che dobbiamo riguardare come data l'espressione formata colle facoltà ogni qual volta sia data l'equivalente formata colle potenze, e viceversa.

Art. 5. *Integrazione finita.* Quì pure sarebbe da farsi la traduzione dei procedimenti e delle formole che si danno nel *Calcolo delle differenze* per determinare le funzioni di cui sieno date le differenze, o che debbano soddisfare ad equazioni alle differenze. Ma anche in questo articolo non scriverò che poche formole, relative all'operazione $(\theta - a)$, occorrenti nelle applicazioni che vogliamo qui fare.

Trovare la y di cui la $(\theta - a)y$ sia il prodotto di $(x - x_1)^\alpha$ per una data funzione intera del $\log(x - x_1)$, ossia trovare la y che soddisfa l'equazione

$$(\theta - a)\, y = a^t \left(\Phi_0 t^{(n)} + \Phi_1 t^{(n-1)} + \ldots + \Phi_n\right).$$

Coll' uso inverso della formola (2) si trova subito

$$(4) \qquad y = \frac{a^t}{a}\left(\Phi_0 \frac{t^{(n+1)}}{n+1} + \Phi_1 \frac{t^{(n)}}{n} + \ldots + \Phi_n \frac{t}{1} + \Phi_{n+1}\right)$$

dove Φ_{n+1} significa la funzione monotropa arbitraria introdotta dall' integrazione.

Trovare la y, s'intende sempre la più generale possibile, che soddisfa la

$$(\theta - a)^\lambda\, y = 0.$$

Mediante ripetuta applicazione della formola ultimamente esposta si ottiene

$$y = \frac{a^t}{a^{\lambda-1}}\left(\Phi_0 \frac{t^{(\lambda-1)}}{(\lambda-1)^{(\lambda-1)}} + \Phi_1 \frac{t^{(\lambda-2)}}{(\lambda-2)^{(\lambda-2)}} + \ldots + \Phi_{\lambda-1}\right),$$

dove le Φ sono tutte arbitrarie introdotte dall' integrazione. Questo risultato può esprimersi anche semplicemente dicendo che la y dev' essere il prodotto di a^t per una funzione intera di t del grado $\lambda - 1$ a coefficienti monotropi arbitrarî, od esprimersi come segue

$$(5) \qquad y = (x - x_1)^\alpha \left\{\varphi_0\left[\log(x - x_1)\right]^{\lambda-1} + \varphi_1\left[\log(x - x_1)\right]^{\lambda-2} + \ldots + \varphi_{\lambda-1}\right\},$$

sempre intendendo φ arbitrarie.

Trovare la y che soddisfa l'equazione in θ

$$A_0 \theta^m y + A_1 \theta^{m-1} y + \ldots\ldots + A_{m-1}\theta y + A_m y = 0,$$

la quale può anche scriversi nei seguenti modi

$$(A_0 \theta^m + A_1 \theta^{m-1} + \ldots + A_{m-1}\theta + A_m)\, y = 0,$$

$$(6) \qquad A_0 (\theta - \omega_1)(\theta - \omega_2) \ldots\ldots (\theta - \omega_m)\, y = 0,$$

dove $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_m$ significano le radici, prese nell' ordine che si vuole, dell' equazione $A_0 \theta^m + A_1 \theta^{m-1} + \ldots + A_m = 0$ considerata, pel momento, come se θ fosse simbolo di quantità.

Come scenderebbe subito da quest' ultima forma, e come ben si sa dal Calcolo delle differenze, la y cercata è la somma delle espressioni generali che soddisfanno le singole equazioni in θ del primo ordine

$$(\theta - \omega_1)\, y = 0, \quad (\theta - \omega_2)\, y = 0, \ldots\ldots, \quad (\theta - \omega_m)\, y = 0,$$

espressioni che abbiamo già visto essere rispettivamente

$$y = \omega^t_1 \varphi_1, \quad y = \omega^t_2 \varphi_2, \ldots\ldots, \quad y = \omega^t_m \varphi_m.$$

La y cercata sarà dunque espressa da

$$y = \omega^t_1 \varphi_1 + \omega^t_2 \varphi_2 + \ldots + \omega^t_m \varphi_m$$

o, se vuolsi in x, da

$$(7) \qquad y = (x - x_1)^{r_1} \varphi_1 + (x - x_1)^{r_2} \varphi_2 + \ldots + (x - x_1)^{r_m} \varphi_m ,$$

dove le φ sono arbitrarie, e gli esponenti $r_1, r_2, \ldots, r_m$ (1) sono rispetto ad $\omega_1, \omega_2, \ldots \omega_m$ ciò che α rispetto ad a.

Se le radici $\omega_1, \omega_2, \ldots$ non sieno tutte diverse tra loro; ma ve n'abbiano λ_1 eguali ad ω_1, λ_2 eguali ad ω_2, ecc.; così che la equazione in θ possa scriversi

$$A_0 (\theta - \omega_1)^{\lambda_1} (\theta - \omega_2)^{\lambda_2} \ldots (\theta - \omega_n)^{\lambda_n} y = 0 ,$$

allora la y sarà la somma delle espressioni che soddisfanno le singole equazioni seguenti:

$$(\theta - \omega_1)^{\lambda_1} y = 0 , \quad (\theta - \omega_2)^{\lambda_2} y = 0 , \ldots , (\theta - \omega_n)^{\lambda_n} y = 0 .$$

Quindi, giusta la formola (5), sarà

$$(8) \qquad \left\{ \begin{array}{l} y = (x - x_1)^{r_1} \left\{ \varphi_{1,0} \left[\log (x - x_1) \right]^{\lambda_1 - 1} + \ldots + \varphi_{1,\lambda_1 - 1} \right\} \\ \quad + (x - x_1)^{r_2} \left\{ \varphi_{2,0} \left[\log (x - x_1) \right]^{\lambda_2 - 1} + \ldots + \varphi_{2,\lambda_2 - 1} \right\} \\ \quad + \ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

dove entrano m funzioni monotrope arbitrarie $\varphi_{\mu\nu}$.

Art. 6. *Criterio per riconoscere se più funzioni di una variabile abbiano tra loro relazione lineare omogenea a coefficienti monotropi.*

È noto quanta importanza abbia già acquistato il criterio per riconoscere se più funzioni $y_1, y_2, \ldots, y_n$ di una variabile abbiano o no tra loro una relazione lineare omogenea a coefficienti costanti; il quale consiste nell'osservare se sia identicamente zero o no il determinante

$$\mathbf{D} = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & y_n \\ \mathrm{D}y_1 & \mathrm{D}y_2 & \cdot & \mathrm{D}y_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mathrm{D}^{n-1}y_1 & \mathrm{D}^{n-1}y_2 & \cdot & \mathrm{D}^{n-1}y_n \end{vmatrix}$$

dove D significa derivazione rispetto a quella variabile.

Ma siffatto teorema non è che un caso particolare di quello che si trova sussistere nel *Calcolo delle differenze*, il quale è di assai più grande portata, ed è di assai maggiore momento anche, in particolare, nello studio delle funzioni di variabili complesse. Enuncierò questo teorema relativamente al simbolo θ, limitandomi al ristretto significato che finora abbiamo qui attribuito ad esso θ e alla lettera φ.

(1) Impiego le lettere usate dal sig. Fuchs nella Memoria *Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen mit veränderlichen Coefficienten* nel tomo LXVI del Giorn. del sig. Borchardt, volendo applicare queste formole alle ricerche fatte in questa Memoria fondamentale per la detta teoria.

Teorema. Le funzioni $y_1\ y_2, \ldots, y_n$ della variabile x avranno o no tra loro una relazione lineare omogenea a coefficienti della specie φ secondo che sarà identicamente nullo o no il determinante

$$\Theta = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & y_n \\ \theta y_1 & \theta y_2 & \cdot & \theta y_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^{n-1} y_1 & \theta^{n-1} y_2 & \cdot & \theta^{n-1} y_n \end{vmatrix}.$$

Infatti, se si ammette che tra le y abbia luogo una relazione di tale natura, cioè che sia

$$\varphi_1 y_1 + \varphi_2 y_2 + \ldots + \varphi_n y_n = 0\,, \tag{9}$$

è subito visto che il Θ dev'essere nullo; poichè, insieme con questa relazione, sussistono tutte le

$$\varphi_1 \theta y_1 + \varphi_2 \theta y_2 + \ldots + \varphi_n \theta y_n = 0$$
$$\varphi_1 \theta^2 y_1 + \varphi_2 \theta^2 y_2 + \ldots + \varphi_n \theta^2 y_n = 0$$
$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

in cui essa si converte alla fine di uno, due, ... giri di x.

Si tratta dunque di dimostrare, che, reciprocamente, la $\Theta = 0$ trae seco una relazione della natura (9).

Comincio dal caso di $n = 2$. Se sia

$$\begin{vmatrix} y_1 & y_2 \\ \theta y_1 & \theta y_2 \end{vmatrix} = 0 \quad \text{cioè} \quad \frac{\theta y_1}{\theta y_2} = \frac{y_1}{y_2}$$

sarà

$$\theta \frac{y_1}{y_2} = \frac{\theta y_1}{\theta y_2} = \frac{y_1}{y_2}\,.$$

Dunque il rapporto $\frac{y_1}{y_2}$ ripiglierà alla fine del giro di x il valore stesso iniziale, cioè sarà funzione monodroma. Indicandolo con $-\frac{\varphi_2}{\varphi_1}$, avremo

$$\varphi_1 y_2 + \varphi_2 y_2 = 0\,.$$

A compiere la dimostrazione, basterà ora far vedere, che, ammesso vero il teorema per qualunque Θ dell'ordine $n-1$, lo sarà anche per qualunque Θ dell'ordine n. Suppongo dunque zero il Θ d'ordine n formato colle funzioni $y_1, y_2, \ldots, y_n$. Applicando a questo determinante la trasformazione data dal sig. Hermite a pag. 25 e 26 del tomo XIV del Giornale del sig. Liouville (1) avremo:

$$\Theta = (-1)^{n-1} \theta y_1 . \theta^2 y_1 \ldots \theta^{n-2} y_1 \begin{vmatrix} y_2 . \theta y_1 - y_1 . \theta y_2 & \cdot & y_n . \theta y_1 - y_1 . \theta y_n \\ \theta y_2 . \theta^2 y_1 - \theta y_1 . \theta^2 y_2 & \cdot & \theta y_n . \theta^2 y_1 - \theta y_1 . \theta^2 y_n \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^{n-2} y_2 . \theta^{n-1} y_1 - \theta^{n-2} y_1 . \theta^{n-1} y_2 & \cdot & \theta^{n-2} y_n . \theta^{n-1} y_1 - \theta^{n-2} y_1 . \theta^{n-1} y_n \end{vmatrix}.$$

(1) Riprodotta nel § 5 dei *Determinanti* del sig. Brioschi.

Ora, ammesso che y_1 non sia identicamente zero (altrimenti sarebbe $y_1 = 0$ una relazione della natura (9)), non lo possono essere ne anche θy_1, $\theta^2 y_1$, ecc.; epperò dovrà essere zero quest'ultimo determinante. Ma esso è formato colle $n-1$ funzioni

$$y_2 . \theta y_1 - y_1 . \theta y_2 , \quad y_3 . \theta y_1 - y_1 . \theta y_3 , \ldots , y_n . \theta y_1 - y_1 . \theta y_n$$

come il Θ lo è colle $y_1, y_2, \ldots, y_n$. Quindi, per ciò che abbiamo ammesso, sussisterà fra queste $n-1$ funzioni una relazione lineare a coefficienti φ

$$\varphi_2 (y_2 . \theta y_1 - y_1 . \theta y_2) + \varphi_3 (y_3 . \theta y_1 . - y_1 . \theta y_3) + \ldots + \varphi_n (y_n . \theta y_1 - y_1 . \theta y_n) = 0 .$$

Ora, questo primo membro non è altro che il determinante di second'ordine

$$\begin{vmatrix} y_1 & \varphi_2 y_2 + \ldots + \varphi_n y_n \\ \theta y_1 & \theta (\varphi_2 y_2 + \ldots + \varphi_n y_n) \end{vmatrix} ;$$

dunque fra le due funzioni y_1 e $\varphi_2 y_2 + \ldots + \varphi_n y_n$ sussisterà una relazione lineare qual'è appunto la (9).

Nell'enunciazione del dimostrato teorema potevasi assumere il determinante

$$\Delta = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \cdot & y_n \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 & \cdot & \Delta y_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \Delta^{n-1} y_1 & \Delta^{n-1} y_2 & \cdot & \Delta^{n-1} y_n \end{vmatrix} ,$$

invece del Θ, poichè l'uno equivale all'altro, come emerge subito dalle relazioni fra θ e Δ

$$\theta^m y = (1 + \Delta)^m y = y + m \Delta y + \frac{m(m-1)}{1 . 2} \Delta^2 y + \ldots + \Delta^m y$$

$$\Delta^m y = (\theta - 1)^m y = \theta^m y - m \theta^{m-1} y + \frac{m(m-1)}{1 . 2} \theta^{m-2} y - \ldots \pm y .$$

Negli usuali termini del *Calcolo delle differenze*, il teorema enuncierebbesi dicendo, che più funzioni $y_1, y_2, \ldots, y_n$ della variabile t avranno o no tra loro relazione lineare omogenea *a coefficienti costanti* (o, propriamente, dotati del periodo Δt), secondochè sia identicamente nullo o no il determinante Δ.

È singolare che non siasi mai prima d'ora avvertita nel *Calcolo delle differenze* la sussistenza di questo teorema, che è la naturale generalizzazione di quello sul determinante $\mathbf{D}$, il quale scende dal nostro facendo svanire la differenza della variabile indipendente, che può supporsi qualunque invece che eguale all'unità.

Riservandomi di dire altrove della generalità e dei molteplici usi di questo teorema, qui farò soltanto notare, che in esso si può imaginare che θy significhi, non particolarmente ciò che y diventa alla fine di un giro della variabile intorno ad x_1, ma più in generale, ciò che y diventa allorchè la variabile, partendo dal punto qualunque x, vi ritorna dopo avere percorso un cammino K qualsivoglia nel piano rappresentativo; purchè con $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$, s'intendano funzioni che ripigliano al termine di questo cammino il valore avuto in principio. Ed invero la eguaglianza

$$\begin{vmatrix} y_1 & y_2 \\ \theta y_1 & \theta y_2 \end{vmatrix} = 0 \quad \text{ossia} \quad \theta \frac{y_1}{y_2} = \frac{y_1}{y_2}$$

direbbe ancora che $\frac{y_1}{y_2}$ è una φ di cotesta specie più generale.

Se, per esempio, il cammino K fosse ancora contenuto nella solita corona, ma composto di ν giri intorno ad x_1, il θ corrispondente a tale cammino non sarebbe altro che il solito θ ripetuto ν volte, cioe θ^ν. Quindi il

Teorema. Il determinante

$$\Theta_\nu = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & . & y_n \\ \theta^\nu y_1 & \theta^\nu y_2 & . & \theta^\nu y_n \\ \theta^{2\nu} y_1 & \theta^{2\nu} y_2 & . & \theta^{2\nu} y_n \\ . & . & . & . \\ \theta^{(n-1)\nu} y_1 & {}^{(n-1)\nu} y_2 & . & \theta^{(n-1)\nu} y_n \end{vmatrix}$$

sarà o no identicamente zero secondo che tra le y sussisterà o no una relazione lineare, omogenea, a coefficienti che ripigliano alla fine di ν giri della variabile intorno ad x_1 i valori avuti in principio.

Parte Seconda.

Art. 7. *Applicazione alle funzioni definite da equazioni algebriche a coefficienti monotropi.*

Consideriamo l'equazione

$$z^n + \psi_1 z^{n-1} + \ldots + \psi_{n-1} z + \psi_n = 0$$

di cui i coefficienti ψ sieno funzioni di una variabile complessa x. Quando queste funzioni sieno razionali, vedesi dimostrato nelle belle *Recherches sur les fonctions algébriques* del sig. Puiseux (1) che le radici $z_1, z_2, \ldots z_n$ dell'equazione, nell'intorno di un valore particolare x_1 qualsiasi della x, si possono esprimere rispettivamente mediante serie di potenze intere di

$$(x-x_1)^{\frac{1}{\nu_1}}, \quad (x-x_1)^{\frac{1}{\nu_2}}, \quad \ldots, \quad (x-x_1)^{\frac{1}{\nu_n}}$$

dove $\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_n$ significano i numeri degli elementi dei sistemi circolari a cui le radici rispettivamente appartengono.

Ora vogliamo far notare, essere questa una delle proposizioni contenute nella formola (7), e non soltanto quando le φ sieno razionali, ma qualunque esse sieno ed affette in x_1 da qualsiasi singolarità, purchè monodrome in una corona circondante x_1.

Infatti, imaginando che

$$z_1, z_2, \ldots, z_n$$

sieno i valori delle radici nel punto qualunque x della corona, saranno

$$\theta z_1, \theta z_2, \ldots, \theta z_n$$

i valori che per variazione continua ne scaturiranno al termine di un giro della variabile intorno ad x_1. Ma questi valori non possono altro essere che i primitivi $z_1, z_1, \ldots, z_n$, nel medesimo ordine od in ordine diverso. Da ciò segue (*senz'altro*) che le radici sono distribuite in sistemi circolari, in ciascuno dei quali, cioè, le radici

(1) Tomo XV del Giornale del sig. Liouville.

che vi appartengono si permutano tra loro circolarmente al girare della variabile intorno ad x_1. Epperò, se z significhi una qualsivoglia delle radici, e ν il numero degli elementi del sistema circolare di cui fa parte, sarà $\theta^\nu z = z$, o se vuolsi

$$(\theta^\nu - 1)\, z = 0\,.$$

Questa equazione è un caso particolare della (6), e quindi avremo per z la espressione (7). Le radici $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ sono in questo caso

$$e^{\frac{\varpi}{\nu}},\ e^{\frac{2\varpi}{\nu}},\ \ldots,\ e^{\frac{(\nu-1)\varpi}{\nu}},\ 1$$

ed i valori degli esponenti $r_1, r_2, \ldots, r_m$ saranno

$$\frac{1}{\nu},\ \frac{2}{\nu},\ \ldots,\ \frac{\nu-1}{\nu},\ 0,$$

fatta astrazione dal numero intero arbitrario che si potrebbe aggiungere a ciascuno di questi valori. Pertanto la (7) diviene

$$(10)\qquad z = (x-x_1)^{\frac{1}{\nu}}\varphi_1 + (x-x_1)^{\frac{2}{\nu}}\varphi_2 + \ldots + (x-x_1)^{\frac{\nu-1}{\nu}}\varphi_{\nu-1} + \varphi\,.$$

Quest' eguaglianza, imaginandovi per le φ le rispettive serie di potenze intere di $x-x_1$, esprime quanto abbiamo asserito (1). Compendiando le ν serie in una sola, possiamo poi anche scrivere

$$z = \sum_{h=-\infty}^{h=+\infty} c_h\,(x-x_1)^{\frac{h}{\nu}}\,.$$

Fra le diverse maniere di *puramente dimostrare* questa formola ossia la (10) vogliamo notare la seguente. Il determinante

$$\Theta = \begin{vmatrix} z & (x-x_1)^{\frac{1}{\nu}} & \ldots & (x-x_1)^{\frac{\nu-1}{\nu}} & 1 \\ \theta z & \theta\,(x-x_1)^{\frac{1}{\nu}} & \ldots & \theta\,(x-x_1)^{\frac{\nu-1}{\nu}} & \theta 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^\nu z & \theta^\nu (x-x_1)^{\frac{1}{\nu}} & \ldots & \theta^\nu (x-x_1)^{\frac{\nu-1}{\nu}} & \theta^\nu 1 \end{vmatrix},$$

quando riesca $\theta^\nu z = z$, viene ad avere l' ultima riga identica alla prima, epperò riesce zero. Quindi fra gli elementi della prima riga avrà luogo una relazione lineare a coefficienti φ, qual' è appunto la (10).

Art. 8. *Applicazione alle funzioni definite da equazioni differenziali lineari a coefficienti monotropi.*

Mi limiterò a quelle prime proprietà di queste funzioni che scaturiscono dall'equazione alle differenze che corrisponde alla *fondamentale* del sig. Fuchs.

Sia

$$(11)\qquad \mathrm{D}^m y + p_1\,\mathrm{D}^{m-1} y + p_2\,\mathrm{D}^{m-2} y + \ldots + p_{m-1}\mathrm{D}y + p_m y = 0$$

l'equazione da considerarsi, dove D significhi derivazione rispetto ad x.

(1) Superfluo il dire, che, ove le ψ fossero razionali, sarebbe subito visto dover essere finito il numero delle potenze negative contenute nelle φ.

Ad una equazione differenziale lineare si accompagna, per ciascun valore particolare della variabile indipendente, una equazione alle differenze, ossia in θ, pure lineare e dello stesso ordine, ma con coefficienti costanti, che qualifica il modo di comportarsi degli integrali dell'equazione differenziale intorno a quel valore particolare.

Sia x_1 il valore particolare da considerarsi, e suppongansi monotropi i coefficienti p in una corona di centro x_1.

Formisi con le $m+1$ funzioni

$$y, \mathrm{D}y, \ldots\ldots, \mathrm{D}^m y \tag{12}$$

il determinante Θ che chiameremo H

$$\mathrm{H} = \begin{vmatrix} y & \mathrm{D}y & \cdot & \mathrm{D}^m y \\ \theta y & \theta\mathrm{D}y & \cdot & \theta\,\mathrm{D}^m y \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^m y & \theta^m\mathrm{D}^m y & \cdot & \theta^m\,\mathrm{D}^m y \end{vmatrix}. \tag{13}$$

Poichè per le funzioni analitiche y, i simboli d'operazione θ e D sono commutativi, cioè hanno la proprietà

$$\theta\mathrm{D}y = \mathrm{D}\theta y, \qquad \theta^r\mathrm{D}^s y = \mathrm{D}^s\theta^r y;$$

si potrà scrivere H anche come segue

$$\mathrm{H} = \begin{vmatrix} y & \mathrm{D}y & \cdot & \mathrm{D}^m y \\ \theta y & \mathrm{D}\theta y & \cdot & \mathrm{D}^m\,\theta y \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^m y & \mathrm{D}\theta^m y & \cdot & \mathrm{D}^m\,\theta^m y \end{vmatrix}. \tag{14}$$

H è dunque formato ad uno stesso modo rispetto al simbolo D ed al simbolo θ, ossia è ad un tempo determinante Θ rispetto alle funzioni (12) e determinante $\mathfrak{D}$ rispetto alle funzioni

$$y, \theta y, \ldots\ldots, \theta^m y. \tag{15}$$

Ora, se y significhi l'integrale completo della (11), le funzioni (12) hanno tra loro una relazione lineare a coefficienti monotropi, che tale appunto è la (11) medesima. Epperò il determinante (13), della specie Θ, sarà zero. Ma essendo zero il determinante H, considerato come in (14) della specie $\mathfrak{D}$, le funzioni (15) avranno tra loro una relazione lineare a coefficienti costanti

$$\mathrm{A}_0\,\theta^m y + \mathrm{A}_1\,\theta^{m-1} y + \ldots + \mathrm{A}_{m-1}\,\theta y + \mathrm{A}_m\, y = 0. \tag{16}$$

Quest'equazione, a cui devono soddisfare tutti gli integrali della (11), è l'equazione alle differenze che dicevamo accompagnarsi all'equazione differenziale, relativamente al punto x_1.

Dallo stesso determinante H deducesi poi anche, viceversa, che ad una equazione alle differenze a coefficienti costanti s'accompagna sempre un'equazione differenziale a coefficienti monotropi nella corona di cui si tratta. Perocchè, sussistendo la (16), il determinante H considerato sotto l'aspetto (14) dev'essere zero; ed essendo quindi zero anche sotto l'aspetto (13), ne segue che tra le funzioni (12) deve sussistere una relazione lineare a coefficienti monotropi.

Dalla (16), considerata come conseguenza della (11), scende subito, per le formole d'integrazione delle equazioni lineari a coefficienti costanti date nel Calcolo delle differenze finite, da noi tradotte sotto le forme (7) ed (8), che gli integrali della (11) dovranno essere tutti esprimibili colla formola (7) o colla (8).

La espressione

$$A_0\,\theta^m + A_1\,\theta^{m-1} + \cdots + A_{m-1}\,\theta + A_m$$

dell'operazione da eseguirsi in (16) sulla y, leggendovi ω invece di θ, è il primo membro dell'*equazione* chiamata *fondamentale* dal sig. Fuchs (1) relativamente al punto singolare x_1. Gli integrali $u_1, u_2, \ldots, u_m$ cercati dal sig. Fuchs (2) sono quelli che soddisfanno le singole equazioni di primo ordine in θ

$$(17) \qquad (\theta-\omega_1)\,u_1=0\,,\quad (\theta-\omega_2)\,u_2=0\,,\ldots,(\theta-\omega_m)\,u_m=0$$

in cui già dicemmo che si decompone la equazione (16) ossia (6).

Se l'equazione fondamentale abbia radici eguali, così che la (16) possa scriversi

$$A_0\,(\theta-\omega_1)^{\lambda_1}(\theta-\omega_2)^{\lambda_2}\ldots.(\theta-\omega_n)^{\lambda_n}y=0\,;$$

gli integrali $u_1, u_2, \ldots, u_\lambda$, costituenti uno qualunque dei gruppi considerati dal sig. Fuchs, cioè il gruppo relativo alla radice λ—pla ω, soddisfanno rispettivamente le equazioni (3)

$$(18) \qquad (\theta-\omega)\,u_1=0\,,\quad (\theta-\omega)^2\,u_2=0\,,\ldots,(\theta-\omega)^\lambda\,u_\lambda=0\,.$$

Gli integrali $v_1, v_2, \ldots, v_l$ di un sottogruppo, come li prese il sig. Hamburger (4), sono le soluzioni del sistema di equazioni (5)

$$(19) \qquad (\theta-\omega)\,v_1=0\,,\quad (\theta-\omega)\,v_2=v_1\,,\ldots,(\theta-\omega)\,v_l=v_{l-1}\,,$$

di cui otterremmo subito le espressioni analitiche, sotto la forma stessa indicata dal sig. Hamburger, applicando ripetutamente la formola (4).

Applicando poi la formola (1) avremmo l'elegante teorema del sig. Jürgens (6), con la forma che dal medesimo, così a posteriori, egli indicò per gli integrali di un sottogruppo.

Art. 9. *Applicazione alle funzioni definite da equazioni differenziali a coefficienti politropi.*

Ci sia permesso di accennare brevemente anche all'esistenza dell'equazione fondamentale ed alla forma della espressione degli integrali di un'equazione differen-

(1) Cioè della (6) di pag. 132 della Memoria citata

(2) A pag. 134.

(3) Equazioni (10) di pag. 135 della Mem. citata.

(4) Il quale pel primo mise in evidenza i sottogruppi, valendosi di un'analisi del sig. Jordan, nella Memoria *Bemerkung über die Form der Integrale der linearen Differentialgleichungen mit veränderlichen Coefficienten*, nel tomo LXXVI del Giorn. del sig. Borchardt.

(5) Equazioni (20) di pag. 121 della suddetta Memoria.

(6) A pag. 151 della Memoria *Die Form der Integrale der linearen Differentialgleichungen*, nel tomo LXXX del suddetto Giornale.

ziale lineare

$$P_0 D^m y + P_1 D^{m-1} y + \ldots + P_{m-1} D y + P_m y = 0 \tag{20}$$

per quando i coefficienti P sieno politropi, limitandoci, per semplicità, ad imaginare che questi coefficienti dipendano razionalmente da x e da una funzione z della x definita da una equazione

$$z^n + \psi_1 z^{n-1} + \ldots + \psi_{n-1} z + \psi_n = 0 \tag{21}$$

come quella considerata nell'art. 7.

Senza entrare in più minute particolarità per riconoscere quali punti possano essere singolari per l'equazione (20), proponiamoci di trovare la forma di un suo integrale qualunque y nell'intorno di un punto x_1 dove i coefficienti ψ sieno monotropi.

Sia ν il numero degli elementi del sistema circolare intorno ad x_1, a cui appartiene quella fra le radici dell'equazione (21) che si vuole considerare come componente dei coefficienti $P(x, z)$ della (20). Sarà $\theta^\nu z = z$, quindi anche $\theta^\nu P(x, z) = P(x, \theta^\nu z) = P(x, z)$; epperò la (20) sarà una relazione lineare omogenea tra le funzioni

$$x, Dy, \ldots, D^m y$$

con coefficienti i quali ripigliano alla fine di ν giri della variabile il valore già avuto. Dunque sarà zero il Θ_ν di queste funzioni, cioè il determinante

$$H_\nu = \begin{vmatrix} y & Dy & \cdot & D^n y \\ \theta^\nu y & D\theta^\nu y & \cdot & D^n \theta^\nu y \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \theta^{m\nu} y & D\theta^{n\nu} y & \cdot & D^m \theta^{m\nu} y \end{vmatrix}.$$

Ma questo, come l'H, è anche della specie **D** rispetto alle funzioni

$$y, \theta^\nu y, \ldots, \theta^{m\nu} y .$$

Quindi sussisterà fra queste funzioni una relazione lineare a coefficienti costanti (*equazione fondamentale*).

$$A_0 \theta^{m\nu} y + A_1 \theta^{(m-1)\nu} y + \ldots + A_{m-1} \theta^\nu y + A_m y = 0 ,$$

che scriveremo anche come segue

$$A_0 (\theta^\nu - \omega_1)(\theta^\nu - \omega_2) \ldots (\theta^\nu - \omega_m) y = 0 ,$$

intendendo con $\omega_1, \omega_2, \ldots$ le radici dell'equazione $A_0 \omega^m + A_1 \omega^{m-1} + \ldots + A_m = 0$.

La espressione generale della y che soddisfa quest'equazione si comporrà della somma delle espressioni generali delle y che soddisfanno rispettivamente le

$$(\theta^\nu - \omega_1) y = 0 , \quad (\theta^\nu - \omega_2) y = 0 , \ldots (\theta^\nu - \omega_m) y = 0 .$$

Ora, come già dalla $(\theta^\nu - 1) z = 0$ la formola (10), così dalla $(\theta^\nu - \omega) y = 0$ si deduce per y la formola

$$y = (x - x_1)^{\frac{r}{\nu}} \left\{ (x - x_1)^{\frac{1}{\nu}} \varphi_1 + (x - x_1)^{\frac{2}{\nu}} \varphi_2 + \ldots + (x - x_1)^{\frac{\nu-1}{\nu}} \varphi_{\nu-1} + \varphi_\nu \right\}$$

ossia la

$$y = (x - x_1)^{\frac{r}{\nu}} \sum_{h=-\infty}^{h=+\infty} c_h (x - x_1)^{\frac{h}{\nu}},$$

dove $r = \frac{1}{\varpi} \log \omega$.

Quindi la cercata espressione generale degli integrali della (20) nell'intorno di x_1 sarà

$$y = (x - x_1)^{\frac{r_1}{\nu}} f_1 + (x - x_1)^{\frac{r_2}{\nu}} f_2 + \ldots + (x - x_1)^{\frac{r_m}{\nu}} f_m,$$

intendendosi con $f_1, f_2, \ldots, f_m$ funzioni ν-trope nell'intorno di x_1, cioè che ripigliano gli stessi valori ogni ν giri della variabile intorno ad x_1, e che si possono quindi esprimere con serie di potenze intere di

$$(x - x_1)^{\frac{1}{\nu}}.$$

È superfluo indicare le modificazioni che subentrano quando $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ non sieno tutte diverse tra loro.

Nuovi fossili siluriani di Sardegna.

Nota del Socio G. MENEGHINI

letta nella seduta del 7 marzo 1880.

Nell'adunanza del 7 decembre p. p. l'ispettore capo del r. Corpo delle miniere sig. F. Giordano leggeva all'Accademia una breve Nota sulla importanza scientifica ed industriale della carta geologica su grande scala che si sta rilevando nella porzione sud-ovest della Sardegna. Guidati (egli diceva) dai classici lavori del Lamarmora, i signori ingegneri del distretto minerario d'Iglesias trovarono nuove località fossilifere oltre alle già conosciute, e, seguendone i giacimenti in tutta la estensione e nelle reciproche successioni stratigrafiche, giunsero a riconoscere come tutta la serie apparentemente intralciatissima di schisti e di calcari si possa in quella regione ridurre ad una semplicissima struttura in forma di bacino risultante dalla concordante sovrapposizione di tre formazioni. Inferiore alle altre quella degli schisti ad *Orthis,* includente i principali filoni metalliferi, variabilissima per le forme litologiche e per la potenza talora grandissima, tal'altra invece grandemente ridotta, ricca di fossili principalmente nelle località di Flumini, di Perdas de Fogu, di Perdixedda, di Masua, di Gonnesa, di Domusnovas. Nella parte superiore di essa formazione schistosa compariscono qua e là inclusi ammassi di calcare nerastro, che nella località di Cea sant'Antonio già descritta dal Lamarmora, racchiudono la ricca serie di ortoceratiti, la *Cardiola interrupta* e le bellissime graptoliti nella rara forma di fossilizzazione che ne serba i modelli.

Succede, colla potenza di più centinaia di metri, la grande formazione calcarea, nella quale i giacimenti metalliferi di piombo e di zinco si trovano prevalentemente concentrati alla base. Solo nella parte superiore di essa grande formazione calcarea, nei lembi immediatamente sottostanti agli schisti della formazione successiva, come a monte Marganai, si poterono trovare resti di fossili.

La terza zona, superiore a tutte ed occupante il centro del bacino, è di schisti prevalentemente calcarei ed arenacei, che includono copiosissimi ammassi lentiformi od amigdalari di calcari più o meno marmorei, di più o meno minuta grana cristallina e variatamente colorati, costituiti quasi interamente da resti di corallarii e di altri fossili immedesimati e fusi nella massa della roccia.

Annunziava in quella occasione il Giordano che i fossili raccolti dovevano spedirsi al Museo di Pisa per esservi studiati, ma quella spedizione soffrì qualche ritardo per la malattia e le successive gravissime sventure famigliari che colpirono l'ingegnere Testore, il quale aveva diretto quei lavori e raccolti i fossili colle sue mani.

Ad evitare un ritardo ulteriore, si offre in oggi un cenno preliminare sulla importanza scientifica di essa collezione di fossili diligentemente raccolti ed illustrati dalle osservazioni stratigrafiche dello stesso raccoglitore.

La fauna degli schisti inferiori, già descritta nell'opera del Lamarmora, viene ad arricchirsi di nuovi e meglio conservati esemplari delle specie conosciute, e di non poche specie nuove. Sono *Orthis*, *Leptaena* ed altri brachiopodi; polipai ed altri zoofiti svariatissimi, fra i quali abbondantissima una elegante forma dubbiosamente riferita al genere *Dictyonema*; copiosi crinoidi, fra i quali primeggiano lunghi steli di *Scyphocrinus* ed interi giganteschi calici di *Caryocrinus ornatus;* due distinte e belle specie di pteropodi del genere *Conularia*; qualche *Orthoceras,* parecchie *Murchisonia* ed altri gasteropodi, ma più notevoli ancora di tutti gli altri preziosi oggetti, alcune belle trilobiti. Il rinvenimento di trilobiti in un giacimento per altri dati paleontologici così manifestamente siluriano era grandemente desiderato. Fu perciò che, dopo le incertezze e le consultazioni narrate nel 1860 in un'appendice alla Paleontologia della Sardegna, si pubblicò la descrizione e la figura di un incompleto cefalotorace che fu giudicato spettare al genere *Dalmanites*. Posteriormente fu trovata, ma in altra località non ben accertata dell'Iglesiente, sulla superficie di roccia esposta agli agenti esterni, una incompleta impronta della rachide e delle pleure di grande trilobite mancante di pigidio e di cefalotorace, porzione soltanto del quale lasciava traccia di sè fuori di posto ed a distanza dal rimanente. Senza poter riferire esso esemplare a tale piuttosto che a tal'altro genere, la specie si può asserire certamente diversa dalla precedente (1). Ora fra i fossili trovati dal sig. Testore negli schisti inferiori di Perdixedda possiamo vantare ben altri quattro esemplari di trilobiti. Un frammento troppo incompleto per poterne giudicare, ma di specie e forse anche di genere differente dai primi. Un grande e bellissimo cefalotorace, in parte conservato in rilievo, in parte invece solamente in impronta. L'analisi degli elementi che lo costituiscono fu verificata sulle figure e coi confronti nel Museo di Praga dal sig. dott. Noràk, al quale ne rendiamo pubblici ringraziamenti. Ne risulta che appartiene certamente ad una nuova specie del genere *Dalmanites*. Due pigidii, uno dei quali completissimo, e che per i caratteri e le proporzioni potrebbero spettare alla stessa specie di *Dalmanites*.

Nel giacimento di Cea sant'Antonio l'ing. Testore ritrovò ed ortoceratiti e cardiole

(1) Il sig. D. H. Bornemann, molti anni or sono, ci recava, con un calco in carta, la prima notizia della esistenza di tale esemplare, che aveva veduto in Sardegna nelle mani dell'ing. Marchese, il quale lo diceva trovato nell'area della concessione (di ferro) detta Acqua-Resi al NO d'Iglesias, poco distante da Cala-Domestica. Tale è appunto la indicazione scritta nel cartellino che accompagna l'esemplare dall'ing. Marchese ceduto poi al sig. ispettore Giordano, al quale dobbiamo le ulteriori notizie: portare la indicata località il nome di Punta Sa-Gloria nella vallata del Gutturu-Sartu; esservi schisti ed arcosi, alternanti a calcari, facienti parte della grande massa calcarea frapposta ai due piani degli schisti. Il sig. ing. Testore rammenta invece di aver avuto notizia dal sig. ing. Solaret essere stata trovata quella Trilobite in tutt'altra località, cioè in un banco di schisto arenaceo della zona schistosa superiore, presso la miniera di S. Benedetto. La roccia è in fatti una quarzite schistosa, una cioè delle forme di quegli schisti superiori della indicata località, nei quali schisti però il Testore, per quanto vi ripetesse le ricerche, non riuscì a trovare fossile alcuno, mentre di fossili, ma pur troppo indeterminabili, tanto abbondano le inclusse masse calcaree.

e graptoliti, ed altri fossili pure meritevoli di accuratissimo studio. Singolarissima *facies* paleontologica, ricca di bella fauna zoologicamente del tutto diversa da quella del terreno che la racchiude, ed al quale non per tanto sembra nel senso della cronologia geologica, dover andare congiunta.

I resti fossili trovati nella parte superiore della grande formazione calcarea non furono ancora determinati. Le superficie corrose dagli agenti esteriori lasciano intravedere la presenza di corallarî e d'altri fossili, ma nè le sezioni in varî sensi dirette, nè l'esame microscopico poterono ancora svelarne gli arcani.

Ben più manifesti sono i fossili nelle lenti calcaree incluse nella zona schistosa che sovrasta alle due precedenti e costituisce le creste di alcuni monti, come quelli vicini a Cuccara Contu, dai quali provengono i saggi presi in esame. Particolare importanza si annette allo studio di questo orizzonte superiore, sorgendo la questione se al sistema siluriano esso pure debba essere riferito, ovvero piuttosto al devoniano, come quello che occupa nella bassa Linguadoca analoga posizione e contiene fossili decisamente devoniani (Bul. Soc. géol. de Fr. 2ª sér. XXV. 1868 p. 969). I corallarii che prevalentemente concorrono a costituire quegli ammassi calcarei appartengono indubbiamente per la massima parte al genere *Cyathophyllum*. Se ne vedono i calici sulle superficie corrose, se ne colgono colle sezioni le disposizioni dei polipieriti, se ne vedono al microscopio i particolari caratteristici della struttura. Tutto ciò per altro è insufficiente alla determinazione delle specie. Trattasi d'un genere che conta nel sistema siluriano, del pari che nel devoniano, specie numerosissime, spesso le une così alle altre somiglianti da non potersene distinguere che i ben conservati esemplari. Oltre peraltro ai *Cyathophyllum* ed ai generi affini di corallarî, vi si vedono altri oggetti, ed uno ve n'ha di singolarissimo che particolarmente attirò la nostra attenzione per i singolari caratteri così delle forme esteriori come della microscopica struttura. Sembra doversi riferire ad un genere di dubbie affinità denominato *Stromatopora*. Esso genere comprende, fra le altre, due specie così fra loro somiglianti ch'erano state dapprima confuse sotto allo stesso nome di *S. concentrica*, benchè proveniente l'una dai terreni devoniani dell'Eifel, propria l'altra del piano siluriano di Wenlock in Inghilterra. Gli studî del Mᶜ Coy (*Brit. palaeoz. foss.* 1855 p. 12), confermando la distinzione proposta dal d'Orbigny (*Prodr.* 1850 p. 51), hanno assegnato i caratteri distintivi delle due specie, conservando il nome di *S. concentrica* alla devoniana, ed accettando il nome di *S. striatella* per la siluriana. Gli strati cellulari sono nella seconda molto più sottili e fitti che nella prima, da undici a dodici, invece che tre o quattro nello spazio di una linea. Nella nostra essi sono da venti a venticinque nello spazio di due millimetri. Si avvicina quindi per tale carattere alla specie di Wenlock, allontanandosi grandemente da quella dell'Eifel. Pure non osiamo unificarvela perchè gli altri caratteri presentano notevole diversità e la determinazione stessa del genere lascia qualche dubbiezza.

Non rimane dunque che un debole argomento di analogia in favore dell'opinione che anche questo terzo orizzonte debba ascriversi al sistema siluriano. Continuando le ricerche si troveranno nuovi e migliori esemplari, e continuando gli studî si potrà forse ricavare anche dai già raccolti qualche maggior profitto.

Quando sarà pubblicata la nuova grande carta dell'Iglesiente, colla relativa

descrizione, anche la parte paleontologica ne dovrà essere nuovamente illustrata; la fauna fossile pubblicata nel 1857 risulterà grandemente arricchita, oltrechè dovrà essere tutta riveduta e completata riguardo alla nomenclatura ed alla sinonimia, come lo esigono le numerose e grandi opere che sull'argomento della paleontologia siluriana hanno veduto la luce in quasi un quarto di secolo.

Intanto sembra opportuno far tosto conoscere alcuni fra i più importanti fossili nuovamente scoperti, ed io imploro dall' Accademia che voglia accoglierne nei suoi Atti le descrizioni e le figure, consentendomi di proporre per esse nuove specie i nomi di:

Dalmanites Lamarmorae
Orthis magna
Conularia tulipa
Conularia laqueata
Dictyonema? corniculata
Stromatopora laminosa.

Dalmanites Lamarmorae n. sp.

Cefalotorace incompleto ed in parte conservato solo in impronta. Termina anteriormente in punta non molto acuta: da essa al margine posteriore dell'anello occipitale la lunghezza è di 52^{mm}. La glabella è limitata dai solchi dorsali (o assiali): in corrispondenza anzi del sinistro si rimarca rottura con lieve spostamento delle parti. Il lobo frontale è danneggiato, ma è bene scolpito il solco frontale che separa esso lobo dai lobi laterali anteriori, come sono del pari evidentissimi i solchi successivi che separano da essi lobi anteriori i medî e quello che separa i posteriori dall'anello occipitale. Quest'ultimo è quasi semicircolare e presenta ben marcati i noduli laterali. Le guancie (*genae*) sono solo in parte conservate: le mobili piccole subquadrangolari; le fisse assai grandi e molto probabilmente prolungate posteriormente in punta. È pur indicata la sutura facciale, e distintissimo è il lobo palpebrale della guancia fissa.

Pigidio semiovale: lunghezza 26^{mm}, larghezza anteriore 32^{mm}; asse di un centimetro di larghezza anteriore, rapidamente conico fino alla metà, poi molto lentamente, cosicchè apparisce « *abruptly contracted about the middle* », (come nella *Calymene duplicata* Murch.). Sette articoli nella metà anteriore, separati da solchi comparativamente angusti, che sui due lati si approfondano repentinamente, risultandone ben distinta la parte mediana e più sporgente dell'asse, equivalente in larghezza alla somma delle due parti laterali. Nella metà posteriore altri sette articoli, sempre più bassi e meno separati, poi indizî poco distinti di qualche altro articolo, ed unito il rimanente dell'asse fino alla punta leggermente incurvata, ma incompleta in causa di obliqua frattura. Il numero totale quindi degli articoli raggiunge appena od oltrepassa di poco il 15. Otto coste laterali convesse, pianeggianti presso alla convessità dell'asse, poi di subito curvate in basso sui fianchi, e dirette con obliquità sempre maggiore verso l'indietro. Benchè allargandosi divengano sempre meno elevate, esse giungono fino al margine, senza indizio alcuno di lembo distinto. Su ciascuna costa un solco molto meno profondo dei solchi che separano le coste stesse: esso parte dal solco laterale, di fronte al margine posteriore dell'articolo dell'asse cui corrisponde la costa, sale su di essa obliquamente fino alla metà e mantenendovisi mediano va a perdersi verso il margine esteriore. Superficie tutta ornata di minuti

numerosissimi granuli sporgenti: maggiori commisti a minori sugli articoli dell'asse; di media grandezza, più uniformi e meno irregolarmente distribuiti sulle coste, decrescendo in numero e grandezza fino a svanire verso il margine esteriore.

In un secondo esemplare vedesi (ma solo in impronta) un incompleto pigidio eguale al precedente e delle stesse dimensioni, corrispondente perciò alla porzione d'impronta rimasta nel pezzo di roccia che in quello ci riuscì di staccare, ed a quello stesso esemplare somigliantissimo nella cera od altro che vi si può modellare. Nella impronta si hanno in rilievo tutte le depressioni ed in incavo tutte le sporgenze. I listelli che rappresentano i solchi interposti agli articoli s'innalzano ad angolo ottuso sui due lati prima di giungere ai listelli longitudinali che separano l'asse dalle coste, ed ai quali pure si connettono, ma con maggiore sporgenza, i grossi listelli corrispondenti ai solchi che separano esse coste. I listelli che ne rappresentano i solchi mediani sono poco rilevati e partono dai listelli laterali all'asse presso agli angoli sempre più obliqui dall'avanti all'indietro ch'essi formano coi listelli interposti alle coste. Numerosissime cavità puntiformi di varia grandezza e profondità rappresentano la sporgenza dei granuli miliari della superficie così dell'asse, come delle coste.

Così il cefalotorace come i pigidii provengono dagli schisti di Perdixedda, nei quali sono associati alle *Orthis* ed agli altri indicati fossili.

Risulta chiaramente dal cefalotorace trattarsi del genere *Dalmanites* e di specie affine alla *D. socialis* var. *grandis* Barr., ch'è quanto dire del gruppo caratteristico dei piani superiori del siluriano inferiore (D, d4, d5 Barr.), senza per altro poter attribuire questi resti ad alcuna delle specie conosciute.

Nella interpretazione delle varie parti di questo fossile e nella determinazione delle sue affinità ci fu guida e maestro, come superiormente si accennava, il dottor Ottomar Noràk di Praga, al quale siamo lieti di poter nuovamente attestare la nostra gratitudine.

Il pigidio può dar luogo a svariati confronti. Da quello della *Ogygia?* (*vel Phacops*) *subduplicata* Salt. (*Brit. Trilob.* III. 1864 p. 130, pl. XV. fig. 7, 8), al quale somiglia, differisce per i solchi intermedî non così profondi e prevalenti su quelli che separano le coste da poter dire di essi: « *or rather it is the intermediate ones which are the largest and deepest* ».

Somiglia pure alla figura (21) che dà il Salter (l. c. II. 1863 p. 100, pl. IX. fig. 19-24) di un pigidio eccezionalmente grande della *Calymene duplicata* Murch., dal quale il nostro, oltrechè per la grandezza ancora maggiore e per la notevole convessità, differisce anche nelle proporzioni, e specialmente poi per il numero degli articoli.

E per esso gran numero degli articoli, oltrechè per la molto minor ampiezza dei solchi che li dividono e per gli ornamenti della superficie, differisce dalla *Dalmanites socialis* Barr. nonchè dalle altre specie dei piani superiori della fauna seconda (Barr. *Syst. Sil. Böhm.* p. 528, pl. 21-27), alle quali non pertanto sembra doversi per affinità molto avvicinare.

Somiglierebbe per i granuli della superficie (da quanto la figura consente di giudicarne) al *Chasmops Odini* Eich. (M^c^ Coy, *Brit. paleoz. foss.* 1855 p. 164, pl. 1. G. fig. 23), ma anche in quel pigidio i segmenti non sono che dieci.

Nessun positivo carattere dimostra che i pigidii ed il cefalotorace qui descritti

appartengano alla stessa specie. Ma nulla del pari si oppone a tale conghiettura, trovandosi questi resti associati nello stesso giacimento. Non potendoli d'altronde riferire ad alcuna delle specie note, una se ne propone di nuova benchè incompletamente definita, intitolandola al Lamarmora. Avevamo dapprima assegnato questo nome specifico ai soli pigidii, inclinando a riferirvi il cefalotorace precedentemente trovato e descritto (*Paléont. de l'ile de Sard. Suppl.* 1860 p. 13, fig. 5) e che in allora giudicavamo appartenere pure al genere *Dalmanites,* ma che il dott. Noràk ci avverte poter invece appartenere al genere *Phacops.* Al pari dei pigidii appartiene invece certamente al genere *Dalmanites* il cefalotorace ora trovato dall'ing. Testore, e che a lui avremmo voluto intitolare col nome di *D. Testorei,* se come di specie distinta si dovesse riguardare. Seguendo il consiglio del dott. Noràk ci asteniamo per ora dal moltiplicare arbitrariamente il numero delle specie e ci limitiamo a comprendere provvisoriamente questi resti sotto al nome patronimico di *D. Lamarmorae.*

Conularia tulipa n. sp.

L' unico esemplare è così incompleto e talmente deformato dalla pressione che non se ne possono esattamente rilevare nè la forma nè le proporzioni. A giudicare dalla porzione rimasta, doveva costituire una piramide quadrangolare di tre a quattro centimetri di larghezza alla base, di otto a nove di lunghezza. Due delle coste sporgenti sulle quali sono scolpiti i profondi solchi longitudinali, la intera faccia piana interposta e porzione di altra faccia a sinistra vedonsi sulla superficie meglio conservata, della quale diamo la figura. Le altre due coste, insieme alla marginale delle precedenti, colle due facce interposte ed il rimanente della faccia che ivi rimaneva a sinistra, vedonsi sulla superficie opposta, ma in molto peggiore stato di conservazione e con ispostamenti verosimilmente prodotti da ineguale pressione. La sporgenza delle coste, in forma di doppio cordone elevato col profondo solco interposto ha più che un terzo ($^4/_{10}$) della larghezza delle facce là ove la conchiglia ha trenta millimetri di larghezza. Ciascuna delle facce piane è longitudinalmente dimezzata da un solco più angusto e meno profondo dei suindicati. Le pieghe trasversali sono così minute e fitte che nella indicata regione se ne contano dieci nella lunghezza di due millimetri (45 in 10^{mm}) : orizzontali sulle coste, entrano nei solchi senza riunirvisi ed irregolarmente alternandovisi; scendono dolcemente sulla mezza faccia contigua, risalendo pur dolcemente verso il solco mediano di essa faccia, attraverso il quale si continuano orizzontalmente risalendo dal fondo tosto discesevi. Le strie longitudinali sono così fitte che nella larghezza di due millimetri se ne contano circa quaranta: esse passano attraverso i solchi e sulle pieghe rilevate, le quali ne risultano granulose, come coroncine di granuli.

Grandissima è la somiglianza colle specie:

C. quadrisulcata Sow.	del Carbonifero
» *grandis* F. Roem.	» Devoniano
» *Brogniartii* d'Arch. et Vern.	» Idem.
» *Sowerbyi* Defr.	» Silur. super.
» *orthoceratophila* F. Roem.	» Silur. infer.

Ma benchè la imperfezione dell' esemplare non consenta impiegare tutti i caratteri

indicati da Verneuil e Keyserling (*Russ. et Our.* II. p. 348) per la distinzione delle specie, quelli che si possono rilevare e che si sono descritti mostrano non poterselo riferire ad alcuna delle specie enumerate. Mancano per altro pur troppo i materiali per confrontarlo alle 27 specie siluriane della Boemia, ed è quindi peritosamente che osiamo proporre per esso un nuovo nome specifico.

L'esemplare è piritizzato nella roccia nera denominata dal Lamarmora leptinite (B. 40 dal Cat.) che si trova associata alle roccie schistose a Porto de sa Perdixedda presso alla foce del fiume di Fluminimaggiore, e che si trova in posto anche presso il villaggio di Flumini.

Conularia laqueata n. sp.

Conchiglia conica allungatissima il cui angolo apiciale arriva appena a 15°. Uno degli esemplari ha 42^{mm} di lunghezza, circa 17^{mm} di larghezza alla estremità anteriore, in parte impegnata nella roccia, e 6^{mm} alla frattura posteriore, che mostra forma rombica (diam. min. 5^{mm}), verosimilmente dovuta almeno in parte alla pressione. Altro frammento di soli 34^{mm} di lunghezza ha 11^{mm} di larghezza alla frattura anteriore e 5^{mm} alla frattura posteriore la cui irregolarità non permette esatta misura.

Due solchi profondi, corrispondenti alle coste laterali e due dei meno profondi solchi mediani delle facce interposte si vedono nella figura del primo esemplare: l'uno dei solchi primarî presso al margine (a destra) l'altro invece sulla superficie evidentemente appianata dalla pressione, che comprende, oltre alla intera faccia interposta col suo solco mediano, anche gran porzione della successiva faccia a sinistra, il cui solco mediano corre vicino al margine della figura, oltre al quale e sulla opposta superficie corre invece un'altro solco primario. Nell'esemplare minore e meno deformato dalla pressione la disposizione dei solchi apparisce più regolare: una delle facce col suo solco mediano e compresa fra due solchi primarî occupa il mezzo della superficie libera, ed i solchi mediani delle due facce contigue corrispondono ai fianchi che rimangono in parte impegnati nella roccia. La superficie è in ambedue gli esemplari così logorata che difficilmente se ne distinguono le pieghe e le strie: esse sono sottili e fitte quasi come nella specie precedente, ma le pieghe sono più fortemente inclinate verso il solco mediano delle facce.

Nella stessa roccia di Porto di sa Perdixedda della specie precedente, ma più schistosa. Anche questi esemplari sono piritizzati, ma la decomposizione della pirite n'è maggiormente progredita.

Orthis magna n. sp.

Modelli interni della valva maggiore, ventrale o dentale (Davids.), insufficienti a mostrare tutti i caratteri della specie, ma pur forniti di caratteri tali da non consentirne il riferimento ad alcuna specie nota.

Per effetto della pressione obliqua essi sono variamente deformati: il figurato presenta una forma quasi quadrangolare più lunga (45^{mm}) che larga (40^{mm}); in altro invece la larghezza è enormemente esagerata (65^{mm}) ed è ridotta la lunghezza (40^{mm}). Ma sì nell'uno come nell'altro la fronte presenta un'ampia intaccatura limitata da angoli acuti ai quali convergono i curvi margini laterali.

La superficie è moderatamente convessa nel mezzo; parallelamente ai margini laterali e seguendone la curva anche in corrispondenza alla intaccatura frontale corrono alcune grosse pieghe fortemente pronunciate. Insorge quindi il sospetto che accidentale e dovuta a rottura sia essa intaccatura; ma essa si ripete eguale anche nell' esemplare più deformato; non v' è alcun indizio di frattura, ed anzi il margine si arrotonda in superficie continua in tutto il contorno. Sottili strie irradiano sulla superficie verso i margini, manifeste principalmente sui due lati; sulle pieghe successive sempre più s'ingrossano o irregolarmente si biforcano. In corrispondenza alla regione cardinale il modello presenta una fossa profonda limitata da margini convessi che giunti alla distanza di 4^{mm} corrono poi paralleli per lungo tratto, poi leggermente incurvandosi consentono leggero allargamento alla fossa fra essi compresa che terminano per chiudere confluendo fra loro in curva ellittica. In quella dilatazione terminale della fossa (che arriva ai $^4/_9$ della lunghezza della valva) vedonsi conservate in rilievo le parti anteriori delle impronte dei muscoli adduttori: un rilievo lineare mediano, in forma di setto (corrispondente quindi a solco nella faccia interna della valva) le divide; esso porta sul suo margine libero un leggerissimo solco longitudinale (corrispondente a piccolo setto mediano); in ciascuna delle due cicatrici (o per meglio dire sui modelli di esse) appariscono sette pieghe che partendosi dal setto mediano s'incurvano dolcemente da prima poi rapidamente, avvicinandosi ai margini ed assottigliandosi verso la estremità cardinale. Una frattura toglie le parti posteriori delle impronte nella continuazione della fossa, che nell'altro esemplare è ancora più incompletamente conservata. Esteriormente ai lati della fossa e presso ad essi corrono due solchi, i cui margini esteriori si prolungano ben oltre ad essa ($^2/_9$ della lunghezza della valva) e terminano per unirsi ad angolo con una prima ruga parallela ai margini, ma limitata alle parti laterali, rimanendo così chiaramente rappresentate le aree ovariane.

Negli schisti filladici di Perdixedda (Porto de sa Perdixedda) presso alla foce del fiume di Fluminimaggiore, insieme ad altri brachiopodi, alla *Dictyonema? corniculata* e ad altri fossili indeterminati.

Dictyonema(?) corniculata n. sp.

Insieme frondoso di rami i quali sembrano sorgere da un tronco comune: rami sottili cilindrici, irregolarmente dicotomi a dicotomie acute, frequentemente uniti fra loro o per locale ravvicinamento ed immediata adesione o mercè brevi rami trasversali, variamente obliqui, venendo così a racchiudere maglie allungate variamente poligone; gli ultimi rami terminano con dicotomie aperte. Tutti essi rami, compresi pure i trasversali, quando non sieno eccessivamente brevi, portano sui due lati, non regolarmente opposti e non assolutamente alterni, più o meno sporgenti denti acuti. Nell'interno essi rami conservano un asse solido, al quale aderiscono sui due lati ed in corrispondenza agli indicati denti esteriori de' corpicciuoli rotondati od ovati, nel mezzo dei quali spesso apparisce, forse per effetto di rottura, una fossetta od una irregolare apertura. Un leggero incavo nell'asse centrale ed una fossetta della interna parete accoglie come in proporzionata nicchia ciascuno di essi corpicciuoli alla base del rispettivo dente.

Quando sulla roccia è rimasta la sola impronta esteriore, l'incavo lasciato dai rami è lineare, di mezzo millimetro di larghezza, ed i denti vedonsi pure scolpiti nella roccia con incavo profondo che rapidamente diminuendo ed assottigliandosi termina in punta più o meno prolungata, frequentemente volta in alto, talvolta anche ricurva. Essi denti si susseguono a regolari distanze, tre nello spazio di due millimetri. Dal modello in cera di una di tali impronte è ricavata la figura (6*a*) che mostra un cespuglio della complessiva altezza di 45^{mm} e di 25 di larghezza, formato da circa una dozzina di rami divergenti, mancandone la origine comune che dovette essere asportata dalla irregolare frattura della roccia schistosa, fra gli sfogli della quale penetrano altri rami che rimangono perciò invisibili. Il modello e la figura che se n'è ricavata non mostrano quindi che la interna cavità dei rami, nè altra particolarità poteva mostrare l'ingrandimento di una porzione dell'oggetto stesso (fig. 6*b*), vedendosi in realtà e nella impronta e nel modello piccole sporgenze e piccoli rilievi, ma con varietà e irregolarità tali da far temere di esagerarne la importanza tentando di renderne conto col disegno. Frequentemente, insieme alle impronte, rimane conservata parte almeno del fossile quale superiormente fu indicato. Tale è la porzione di fronda figurata (fig. 7*a*) della quale è pur figurata molto ingrandita una piccola parte (fig. 7 *b*) e separatamente anche un ramo (fig. 7*c*) nel quale, forse in causa di obliqua pressione, i denti di un lato sono straordinariamente allungati e tutti volti all'ingiù.

Le parti conservate e ridotte in idrossido di ferro, verosimilmente residuo di pirite, dovettero originariamente essere di natura diversa da quella delle parti eliminate che furono forse calcaree.

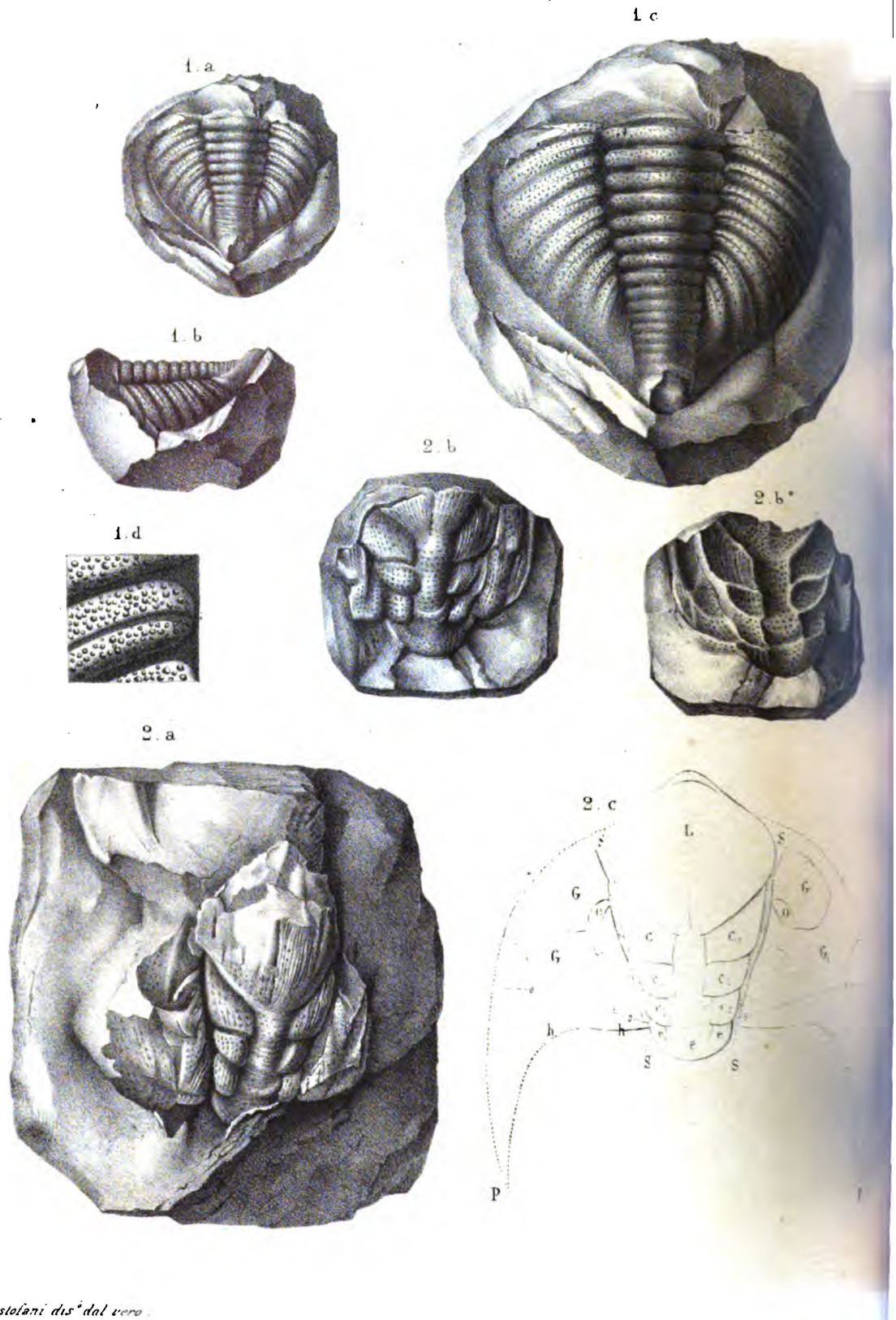
Si riferisce con dubbiezza questo elegante zoofito al genere *Dictyonema* per la somiglianza del portamento e degli esteriori caratteri colla *D. gracilis* Hall (*N. Y.* II. p. 175, pl. XL G, fig. 1 *a-d*) benchè, a dir vero, i pochi particolari dall'autore rilevati nella interna struttura nulla abbiano di comune col caso nostro. Qualche somiglianza piuttosto si troverebbe colla *Gorgonia? perantiqua* quale dall'Hall stesso è descritta e figurata (ibid. I. p. 76, pl. 26, fig. 5), e colla *Intricaria? reticulata* Hall (ibid. I. p. 77, pl. 26, fig. 8), ma la prima manca di anastomosi ed è ora riferita al genere *Retepora* (Miller, *Catalog.* etc. 1877 p. 100), la seconda porta una sola serie di cellule.

In tanta incertezza è ben naturale non aversi qui a giudicare dei caratteri che possono essere assegnati al genere *Dictyonema*, nè tentare neppure alcuna discussione sulle affinità zoologiche e sul posto che ad esso genere possa competere nella classificazione. Si può solo esprimere l'opinione trattarsi, riguardo all'oggetto qui descritto, di un alcionario piuttostochè di un corallario o di un briozoo.

Insieme ad *Orthis, Ptilodictya, Favosites* ed altri fossili nello schisto di Perdixedda alla foce del fiume di Fluminimaggiore.

Stromatopora laminosa n. sp.

Lamine alquanto flessuose, orbicolari, di cinque e più centimetri di raggio, di due millimetri a due e mezzo di spessore, irregolarmente sovrapposte ed a distanze molto diverse, a giudicarne dal pezzo di calcaria cristallina che n'è in tutti i versi compenetrata. Le superficie esposte agli agenti esteriori sono grandemente alterate ed oscurate da una quantità d'impronte o di frammenti di corallari e d'altri oggetti ai



Cristofani dis.° dal vero

6. a

6. b

7. c

7. b

7. a

4

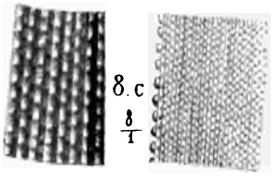
3. c

3. a

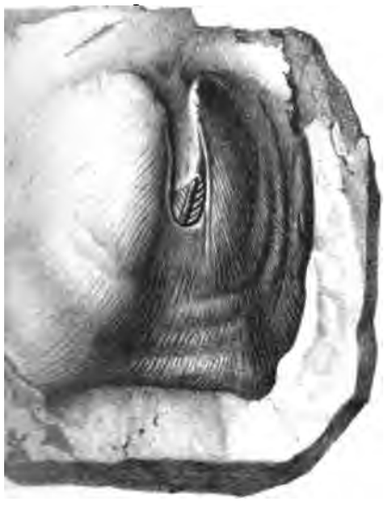
3. b

5. b

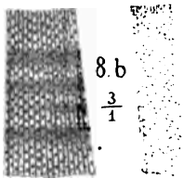
8. c



5. a



8. b



8. a

Lit. Bruno e Salomone Roma.

Intorno all'Edwardsia Claparedii (Halcampa Claparedii Panc.)

Memoria del dott. ANGELO ANDRES

approvata per la stampa negli Atti dell'Accademia

nella seduta del 7 marzo 1880.

Le ricerche e le considerazioni esposte nelle pagine seguenti sono basate sopra un piccolo numero di forme, che quasi identiche fra loro si raggruppano intorno alla *Halcampa Claparedii* del Panceri (1). Quando, nella gentile ospitalità della Stazione zoologica di Napoli, dove ebbi agio e mezzi di studiarle, io ne impresi l'esame, era mia intenzione farne semplicemente una descrizione, che venisse a riempiere le poche lacune lasciate dalla Memoria del Panceri. Ma il lavoro mi venne poco a poco crescendo fra le mani e mi vidi arrivato a due conclusioni: l'una di semplice valore tassonomico, che l'*Halcampa Claparedii* del Panceri è un'*Edwardsia* e che tale è pure l'*Urophysalus Grubii* del Costa (2); l'altra di maggior rilievo, che cioè le Edwardsie rappresentano un gruppo affatto distinto dalle restanti Attinie e dai Cerianti e probabilmente molto affine coi Coralli rugosi e cogli Alcionidi.

Questi due fatti m'indussero quindi alla pubblicazione presente; e così a rettificare dall'un canto un errore già ammesso nel patrimonio della zoologia, ed a suggerire dall'altro un'idea importante per la filogenesi dei Coralli.

Mi corre tuttavia l'obbligo di accennare che quest'idea, quantunque nuova per me, che l'attinsi dallo studio diretto dell'animale, indipendentemente da ogni lettura, era già stata enunciata da altri. Allmann (3) la espose primo nel Quarterly Journal (e la ripetè nel Report of the British Association); ma sgraziatamente non la corredò di una dimostrazione scientifica tale da imporla agli scienziati; l'accompagnò piuttosto con una descrizione d'anatomia così inesatta, da far sorgere il dubbio ch'egli abbia avuto innanzi a sè tutt'altro animale che un'Edwardsia, e da togliere ogni credito all'idea stessa. Kölliker (4) nella sua voluminosa monografia degli Alcionari esternò pure l'opinione stessa; ma anch'egli si limitò all'asserto e non lo confortò di prove. Infine Mosley (5) ne fa del pari accenno, riportandosi però semplicemente

(1) Paolo Panceri, *Due nuovi polipi*. Atti dell'Accad. di scienze fisiche e naturali di Napoli. IV. n. 11, 1869.

(2) Achille Costa, *Annuario del Museo zoologico dell'Università di Napoli*. Anno V.

(3) Allmann, Quarterly Journal of Microscop. Science. LXII. p. 394. — Id., Report of the British Association. II. 1872 pag. 132.

(4) Kölliker, *Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien*.

(5) Mosley, *Structure and relations of certain Corals*. Philosoph. Transact. of the Royal Society. CLXVI. 1876 pag. 93.

all'autorità di Allmann. Io, ripetendo e svolgendo questo pensiero, nutro speranza di far cosa non del tutto inutile, e d'incontrar meglio il favore e l'indulgenza degli zoologi.

Nel presente lavoro io darò prima una descrizione zoologica, e a questa succederanno la parte anatomica, la parte istologica, la parte embriologica e infine la discussione filogenetica.

Per quanto riguarda i metodi tecnici di studio, rimando il lettore alle note dei capitoli secondo e terzo.

La bibliografia non formerà neppur essa un paragrafo a sè, ma verrà svolta e citata man mano che nel testo se ne presenteranno le occasioni.

I. Parte zoologica.

Nel gruppo delle Attinie la sotto-famiglia delle *Ilyanthidae* (corrispondente alle *Actinies pivotantes* di Milne-Edwards) comprende attualmente i generi:

Ilyanthus Forbes (Ann. nat. hist. 1ª V. 1840 pag. 184).

Peachia Goss (Linn. Transact. XXI. 1855. — *Man. Mar. Zool.* I. ..... — Ann. nat. hist. 3ª I. 1858 pag. 414).

Siphonactinia Danielssen et Koren (*Fauna littoralis norv.* II).

Halcampa Gosse (Linn. Transact. XXI. 1855. — Ann. nat. hist. 3ª I. 1858).

Edwardsia Quatrefages (Ann. sc. nat. 2ª XVIII. 1842).

Xanthiopus Keferstein (Zeitschrift wiss. Zool. XII).

Philomedusa F. Müller (Arch. Naturgesch. 1860).

Bicidium A. Agassiz (Proceeding Boston Soc. nat. hist. VII. 1850. — *Sea-side studies,* 1865).

Sphenopus Steenstrup (Kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger, 1856).

Arachnactis Sars (*Fauna litt. norv.* I) (1).

Il carattere che li distingue dalle altre Attinie, e che li affratella tra loro, è la mancanza di base piatta muscolare. Essi non vivono fissi aderenti al suolo, ma affondati nel fango, nell'arena e nei pertugi di roccie e di coralline; taluni (*Philomedusa, Bicidium,* ecc.) sono parassiti, o piuttosto, commensali sopra meduse dei generi *Thaumantias, Olindias, Chrysaora, Cyanea ;* uno (*Arachnactis*) ama lasciarsi trasportare libero in balìa delle onde.

Considerati nei loro caratteri morfologici si ponno distinguere:

a) in forme a colonna liscia o solcata, a setti e tentacoli numerosi, a disco di aspetto ordinario. — Generi: *Ilyanthus, Sphenopus*;

b) in forme a colonna liscia o furfuracea, a setti e tentacoli poco numerosi, a disco munito di appendice boccale caratteristica (la cosidetta *conchula*). — Generi: *Peachia, Siphonactinia, Philomedusa, Bicidium*;

(1) Questo genere *Arachnactis* pare debba venir abolito; la forma che lo rappresenta non sarebbe altro, secondo le osservazioni di A. Agassiz (Archives de zool. expérim. II. 1873 p. XXXIX), che uno stadio larvale di Edwardsia. Larve di altre forme sono forse anche il Bicidium e la Philomedusa.

c) finalmente in forme a colonna liscia o furfuracea, a tentacoli scarsi e setti ancor più scarsi, a disco privo di concula.— Generi: *Xanthiopus*, *Halcampa*, *Edwardsia*.

Nel golfo di Napoli sonvi rappresentanti, specialmente del primo gruppo e dell' ultimo. Di questo ottenni varî esemplari che io credo poter ridurre a tre tipi principali, riferibili l'uno all'*Halcampa Claparedii* del Panceri, l'altro al cosidetto *Urophysalus Grubii* del Costa, mentre la terza formerebbe tipo a sè.

Primo tipo. Dalla Memoria di Panceri puossi rilevare press' a poco la diagnosi seguente: Base: nulla; estremo posteriore perforato da un poro distinto che spesso lascia protrudere una gallozzola. Colonna: bislunga, posteriormente ingrossata; nel quinto anteriore è delicata, retrattile, carnicina, nel resto è spessa, opaca, furfuracea, con otto solchi profondi longitudinali, bruna. Tentacoli: certi, in ciclo unico, tredici in numero. Bocca: prominente, papillata.

La specie così caratterizzata io non l'ho incontrata mai. Quella che io trovai frequente nella località e giacitura indicate dal Panceri *in brevibus Pausilypi, in saxorum cavo atque in zosterae cespitibus* ed altrove, è indubitatamente la stessa, ma non corrisponde in tutto alla diagnosi data. Anzitutto l'estremo posteriore non è perforato da alcun poro, nè gallozzola di sorta vien protrusa; è semplicemente vescicolare e talora si rinvagina, talora si coarta, talora si rigonfia dando l'aspetto di una gallozzola estroflessa ed introflessa da un orificio; e l'apparenza è favorita dal carattere membranaceo-delicato di questa porzione e dalle costrizioni annulari della colonna, frequenti specialmente nella regione posteriore. Con ciò vengono anche a cadere le speculazioni filogenetico-sistematiche fatte in proposito dall'autore. In secondo luogo, oltre gli otto solchi longitudinali, devonsi descrivere otto serie di tubercoletti alterne coi medesimi e non meno evidenti e caratteristiche. Infine è da notare che i tentacoli sono sedici anzichè tredici; che quest'ultimo numero può riscontrarsi solo per eccezione in causa d'incompleto sviluppo o di sofferta lacerazione.

Il secondo tipo è riferibile a quella specie che sotto il nome di *Urophysalus Grubii* venne descritta come Gefireo dal prof. A. Costa (l. c. pag. 56 tav. III. fig. 2). Dal testo e dalla figura rilevansi i seguenti caratteri: Base: nulla; estremo posteriore che lascia protrudere una vescica delicata, diafana, segmentata. Colonna: distinta in due porzioni (corpo e tromba), percorsa da sei infossature longitudinali e finamente striata di traverso; la porzione posteriore (corpo) è rudiva, furfuracea, giallo-ocracea scura, l'anteriore (tromba) è più delicata e chiara. Tentacoli: retrattili, petaliformi, in numero di sedici, biancastri con linea nera nel mezzo.

Io non so come l'autore abbia potuto cadere in un errore tale da descrivere per Gefireo un Attiniario. Prescindendo da questo, noto che anch'egli incorse nello stesso sbaglio di Panceri, di considerare la porzione posteriore vescicolare del corpo (*physa* di Gosse) come una protrusione, quasi ernia, dell'interno dell'animale. Inoltre i solchi della colonna sono realmente otto e non sei; e le due porzioni della medesima, indicate dall'autore quali tromba e corpo, rappresentano semplicemente la metà anteriore e la metà posteriore, che per avventura si trovano in uno stato diverso di estensione e non hanno altrimenti ragione di essere, nè di venir confuse col reale *capitulum* e *scapus*. Infine i tentacoli non sono petaliformi in alcun modo, ma cilindro-conici; l'idea strana del *petaloide* sarà stata suggerita forse dall'avvizzimento, in

cui spesso cadono; e da ciò pure sarà derivabile il colore bianco e la linea nera mediana in luogo del colore bianco ad anelli bruni trasversali.

Le forme alle quali accennai nello stabilire il terzo tipo, si distinguono da quelle dei due tipi precedenti per il grande sviluppo del rivestimento furfuraceo e per la maggior distinzione delle serie di tubercoletti. In esse il carattere d'Edwardsia è molto più spiccato che nelle altre.

Volendo cedere alla facile tentazione di creare nuove specie, io potrei agevolmente innalzare a questa dignità i tre tipi descritti. La investigazione della struttura mi rivelò tuttavia tale somiglianza da dissuadermene, qualora n'avessi avuta intenzione, e da farmele considerare quali varietà di una stessa ed unica specie.

Ora che cosa è questa specie? È dessa una Halcampa od un' Edwardsia?

Quatrefages (l. c. pag. 68), il fondatore del genere Edwardsia, vi comprendeva le Attinie a corpo libero, vermiforme, colla parte mediana opaca, crassa e ruvida e coi due estremi delicati e retrattili nella medesima. Gosse [1] ridà i caratteri stessi, precisando coi nomi di *capitulum, scapus* e *physa* le tre porzioni, anteriore, media e posteriore, indicate dal primo. Verrill [2], Klunzinger [3] e Studer [4] ammettono gli stessi limiti. Il genere Halcampa venne stabilito da Gosse [5] per comprendervi Attinie a corpo libero, vermiforme e superficie uniforme e delicata ovunque (quindi senza *scapus*); e come tale questo genere fu riconfermato da Verrill [6]. La differenza tra Edwardsia ed Halcampa si risolve adunque in ciò, che le prime hanno colonna furfuracea con capitolo, scapo e fisa, mentre le seconde hanno colonna liscia ed uniforme [7].

Le Attinie, delle quali è discorso, presentano, massime nel terzo tipo, una marcatissima ed innegabile distinzione della colonna in queste tre parti; in alcuni esemplari si ha persino evidente sul limite anteriore e posteriore dello scapo la sfaldatura a brandelli della cosidetta epidermide, appunto come nelle descrizioni e nelle figure delle Edwardsie più caratteristiche di Quatrefages e di Gosse.

Io credo non andar errato quindi se le classifico tra le Edwardsie. Siccome poi esse ponno tutte venir raggruppate intorno a quella, che Panceri designò quale *Halcampa Claparedii*, così io conservo il nome specifico dato da lui e le descrivo come segue, sotto la denominazione di *Edwardsia Claparedii*.

Edwardsia Claparedii (gen. Quatrefages; spec. Panceri) fig. 1.

Halcampa Claparedii Panceri. Atti r. Accad. sc. fis. nat. Napoli, IV. n. 11, tav. unica, fig. 9. — *Urophysalus Grubrii* A. Costa. Annuario Mus. zoolog. Univ. Napoli, V. pag. 56 tav. III. fig. 2.

Base: nulla, sostituita dalla fisa. Colonna: lunga, fusiforme clavata, ad otto solchi.

(1) Gosse, *The British Sea-Anemones*. 1860 pag. 254.

(2) Verrill, Ann. Mag. Nat. Hist. 4, IV. 1869 pag. 162. — Id., Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. I. ..... pag. 27.

(3) Klunzinger, *Koralth. des Rothen Meeres*. I. 1877 pag. 79.

(4) Studer, Monatsber. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin. 1878 pag. 246.

(5) Gosse, Ann. Mag. Nat. Hist. 3, I. 1858 pag. 416.

(6) Verrill, Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. I. .... pag. 30.

(7) Il singolare tubo di protezione dell' *Halcampa purpurea* Studer (l. c.) non è in alcun modo paragonabile al rivestimento membrano-furfuraceo dello scapo delle Edwardsie.

Capitolo: cilindrico o conico, liscio; di colore uniforme carnicino (fig. 4). Scapo: con otto solchi distinti, marcati dalla linea d'inserzione dei mesenteri, e alterni con otto serie longitudinali di tubercoletti (ogni tubercolo è formato da un punto scuro, cinto da un'areola o anello biancastro); coperto da un rivestimento ruvido, screpolato, furfuraceo; di colore bruno-giallognolo. Fisa: delicata liscia, pellucida, carnicina sferoidale; talora un po' aderente; retrattile entro lo scapo; senza poro (fig. 5). Disco: piccolo, rotondo. Tentacoli: marginali, sedici, alterni, otto lunghi e otto brevi (di un terzo); cilindro-conici; arcuati in alto ed in fuori; pallidi, trasparenti, macchiati da serie irregolari di punti bianchi e bruni; tentacoli gonidiali due, a sfumatura od iridescenza cremisi. Peristoma: prominente; di colore uniforme roseo; con due raggi gonidiali cremisi. Bocca: quasi rotonda senza lentigini. Dimensioni: lunghezza massima di circa quattro centimetri.

Varietà: sono tre principali.

α) *carnea.* La forma or ora descritta; corrispondente alla *Halcampa Claparedii* di Panceri (fig. 4 e 5).

β) *ornata.* Ha il capitolo munito di macchie speciali, risolventisi di solito in una corona di otto punti bianco-giallognoli sottesi da una linea zig-zag purpurea; i tentacoli presentano vive iridescenze gialle e cremisi, massime alla radice; la colonna è di colore ocraceo (fig. 3).

γ) *simplex.* Il capitolo ha aspetto uniforme e si distingue dallo scapo solo per la delicatezza del tessuto; i tentacoli sono più rigidi, meno conici e macchiettati semplicemente di bianco e grigio; lo scapo è molto pronunciato ed è rilevato a brandelli sui margini (fig. 2).

L'*Edwardsia Claparedii* si riscontra a profondità diverse; sempre però al disotto dei 525 metri. Vive affondata nella sabbia e nei pertugi delle Melobesie e fra i cespi delle Zostere. È reperibile nelle cosidette *secche* e specialmente in quelle località del golfo di Napoli, che sono conosciute coi nomi di Gaiola e di Bendapalumbo. È rara.

Si adatta con una certa facilità alla vita prigioniera dell'acquario e puossi a lungo conservare, anche in un semplice bicchiere senza arena e senza frammenti di coralline; ed allora vive aderendo, benchè debolmente, colla fisa alle pareti del vaso e mutando spesso luogo. Se è aderente, sta in posizione sdrajata ovvero parzialmente rialzata, dondolandosi qua e là come un baco; si estende poco a poco e si spiega per poi contrarsi e rinvaginarsi d'improvviso, senza che l'osservatore possa scoprire la causa di questo panico; e appresso si ridistende e rispiega lentamente ancora per contrarsi e rinvaginarsi di nuovo; e così via. Se è libera si trasloca da un luogo all'altro con un distinto moto di reptazione, nel quale si allunga e si accorcia, ovvero si muove a compasso, come certe larve d'insetti, facendo successivamente punto d'appoggio coll'estremo anteriore (a tentacoli rinvaginati) e coll'estremo posteriore.

Quando trovi però condizioni pressochè naturali, quali appunto uno strato di sabbia od alcune pietre porose, si sceglie quasi sempre un punto confacente per infossarsi nella sabbia o internarsi in un foro, e quivi tranquillamente vive come sul fondo marino. In tale modo io ne conservai molto a lungo alcuni esemplari. Il bicchiere era stato ripieno una volta tanto di acqua e mantenuto coperto onde evitare

la formazione della pellicola di bacteri alla superficie del liquido. Dal loro ritiro le Edwardsie lasciavano sporgere soltanto il disco colla corona tentacolare spiegata; e ora si tenevano perfettamente immobili, ora agitavano abbastanza vivamente i loro tentacoli, pronte sempre ad afferrare la preda che incauta passasse sull' agguato e a farla scomparire nella cavità viscerale.

Notevole è la sensibilità. Se il recipiente che li accoglie fu tenuto di solito tranquillo, è sufficiente una minima scossa per farli impaurire e scomparire alla vista; la rinnovata ripetizione dell'atto basta però per abituarli a poco a poco in modo, che non si ritirano nemmeno in seguito a relativamente grossa agitazione. La delicatezza di questa sensibilità fa loro dapprincipio risentire persino il leggiero movimento causato nel liquido da onde sonore cavate dal vaso di vetro, in cui essi stanno: come notò pel primo Quatrefages (l. c. pag. 79) e come io stesso sperimentai. Con un ago sottile, o meglio con una setola, toccando delicatamente l'uno o l'altro dei tentacoli si ha la contrazione parziale del tentacolo stimolato. Vellicando il peristoma sussegue una lenta dilatazione ed apertura dell'orificio boccale: e questa continua sempre più se si trasporta il solletico sulle pareti del sacco faringeo. Penetrando cautamente sotto la sabbia sino a toccare lo scapo, l'animale resta per un po' immoto e poi si contrae repentinamente e si cela. Quando lo stimolo è violento si ha una contrazione fortissima; l'animale, che in istato di quiete può avere una lunghezza di tre o quattro centimetri, si accorcia in una pallottola oblunga di appena un centimetro di lunghezza; talora quest'atto è così rapido e violento che la parete stessa del corpo si lacera; e qualche volta causa una protrusione degli ovarî e dei filamenti mesenterici, sia da questa rottura sia dalla bocca. Generalmente la contrazione è rapida per un primo tratto, per esempio, per la riduzione da quattro a due centimetri; ed è lenta per il restante. Dopo una di queste contrazioni violente, l'animale dura molto tempo prima di spiegarsi ancora: e quando vi si è risolto ed emette i tentacoli, trovasi che i medesimi hanno un aspetto speciale come di avvizzimento (e già vi ho accennato); sono corti, opachi e flosci, e solo poco a poco ripigliano l'aspetto usuale.

Alla temperatura di congelamento dell'acqua marina, quale io l'ottenni col raffreddamento artificiale dell' usuale miscela frigorifica di ghiaccio e cloruro sodico, l'animale si conservò sempre perfettamente disteso. L' acqua del recipiente non era però congelata in massa solida, ma teneva solo dei ghiacciuoli sparsi. Un altro individuo sopportò invece il calore di 30° cent. (mediante esposizione al sole nel mese di luglio, in vaso oscuro) senza menomamente contrarsi. Quest' Edwardsia pare adunque poco sensibile alle impressioni termiche.

Più sensibile invece pare che sia alla luce, perocchè di solito preferisce (come del resto tutte le Attinie in generale) gli angoli meno illuminati e sta sempre spiegata di notte mentre non lo è sempre di giorno. Quando è coartata, molte volte si stende se il vaso, che la contiene, vien ricoperto da una campana oscura; mentre quando è aperta, spesso si chiude se vi si dirige contro un raggio vivo di luce.

II. Parte anatomica (¹).

Nella descrizione anatomica io considererò dapprima la parete generale del corpo, poi il sacco faringeo e i setti mesenterici.

La *parete del corpo* in qualunque sua regione è formata da un epitelio interno, da due strati muscolari (o neuro-muscolari ?) soggiacenti ai due epitelii e da uno strato mediano di natura connettiva. Questi strati sono presenti ovunque or più ed or meno grossi secondo la posizione e il grado di contrazione. Nel capitolo ha prevalente sviluppo l'epitelio esterno; nella fisa tutti gli strati si assottigliano formando nel complesso una membrana delicata; nello scapo trovasi specialmente ingrossata la parte muscolare e connettiva.

(¹) Lo studio anatomico (e l'istiologico altresì) dell' Edwardsia, come quello delle Attinie e dell' intero gruppo, è reso estremamente difficile dalla sensibilità e contrattilità dell' animale, che al minimo stimolo si coarta in una pallottola compatta, nella quale riesce pressochè impossibile il distinguere organo da organo. Ad ovviare a questo inconveniente vennero ideati molti metodi d' uccisione e conservazione. I miei esperimenti in proposito si possono brevemente riassumere come segue:

1° Uccisione coll'acido cromico, coll'acido picrosolforico e simili usati in soluzioni allungate mescolantisi lentamente coll'acqua del vaso che contiene gli animali. Non sempre il metodo ha buon esito, perchè spesso malgrado ogni cautela l'animale ad un certo punto si contrae e secerne abbondante muco.

2° Uccisione per congelamento; l'animale si conserva totalmente disteso e congela coll'acqua ambiente in una massa unica, che appresso si lascia fondere nell'alcool o nell' acido picrosolforico od altro onde ucciderlo. Il processo è però di troppo difficile applicazione.

3° Uccisione col cloroformio. Il cloroformio io l'applicai sia versandone una goccia nel vaso contenente gli animali, sia lasciandolo evaporare accanto al medesimo sotto una campana. Non ne ottenni tuttavia alcun risultato soddisfacente, perocchè quasi sempre avanti che la contrattilità fosse assopita insorgeva nell'animale il processo di putrefazione.

4° Uccisione colla nicotina. Io ricorsi a questa sostanza come quella che fra gli alcaloidi è l' unica solubile nell'acqua e la usai in soluzioni allungate mescentisi assai lentamente all' ambiente degli animali; in modo insomma che in dodici ore un gramma di veleno si mescolasse a mezzo litro d'acqua. Ebbi risultati migliori che col cloroformio, ma non di piena soddisfazione. Il sig. Salvatore Lobianco, ben noto a chiunque abbia frequentata la Stazione zoologica di Napoli, ebbe la felice idea d' impiegare il fumo di tabacco raccogliendolo entro una campana capovolta sul recipiente degli animali. Con questo metodo semplice ed economico si ottengono spesso dei risultati eccellenti.

5° Uccisione col sublimato corrosivo. Col metodo suggerito dal dott. Lang nello *Zoologischer Anzeiger* mi fu dato di conservare animali piccoli in quasi completa espansione; non così invece per esemplari grossi, anche se usato in soluzione a caldo ed addizionato d'acido pirolignoso. Molte volte me ne servii con vantaggio mediante iniezione; approfittando del fatto che tutte le Attinie, dietro vellicamento del labbro, aprono la bocca e permettono facilmente l' introduzione della canula di una siringa.

6° Uccisione coll' acido osmico. Assai commendevole in sè, l' uso di questo reagente presenta gravi inconvenienti per l'esalazione dei vapori, l' annerimento dei tessuti. Tuttavia iniettato nello interno dell'animale mi riuscì sempre utile.

7° Uccisione con una miscela glicero-alcoolica. Questo processo dà i migliori risultati, tanto dal lato anatomico che dall' istiologico. Venne trovato dal succitato Salvatore Lobianco e consiste di una mescolanza di glicerina (20 parti), alcool a 70° (40 parti), e acqua marina (40 parti), che si versa poco a poco nel vaso che contiene gli animali.

Tutta la colonna è rivestita da una secrezione membranacea (da non confondersi colla cuticola), la quale è di struttura amorfa, solo leggermente stratificata e di natura evidentemente eguale a quella secreta dalla base dell'*Adamsia palliata* e della *Gephyra Dohrnii*, che G. von Koch (1) ritiene cornea. Essa raggiunge sullo scapo dimensioni considerevoli di spessore, e ciò devesi probabilmente in parte alla maggior quantità di cellule secretive, in parte alla relativa rigidità di questo tratto, per la quale viene evitato lo sfregamento ed il distacco insorgenti nel capitolo e nella fisa, in causa delle continue evaginazioni ed invaginazioni; verso i margini anteriore e posteriore si sfalda a brandelli e dovunque è corrugata e screpolata come la corteccia di un albero. Secondo Quatrefages (l. c. pag. 77) questa pellicola si può staccare dando luogo ad una vera muta dell'animale; e Klunzinger (l. c. pag. 79) asserisce che in alcune specie può venir secreta dietro stimolo. Da questi due fatti e dalla sua posizione parmi poter arguire che essa è omologa al muco secreto talora tanto abbondantemente da alcune Attinie, specialmente dei generi Cereus ed Ilyanthus.

Il carattere più saliente della parete del corpo in questa Edwardsia sono le serie longitudinali di tubercoletti (fig. 2, 6, 8, 9, 10, *t*). Esse sono otto ed alternano coi solchi, occupando la linea mediana sul colmo di ogni segmento della colonna. Ogni serie è sviluppata specialmente in corrispondenza dello scapo; e va morendo dall' un lato e dall'altro sul capitolo e sulla fisa; e non è costituita da un numero stabile e determinato di tubercoli. Questi variano piuttosto di numero da serie a serie nello stesso esemplare e da individuo ad individuo; in generale sono una cinquantina. Ogni tubercoletto è un' eminenza quasi emisferica, la quale sporge al di fuori della pellicola cornea; veduto di fronte presentasi come un'areola biancastra segnata d'un punto oscuro nel centro e contornata dal margine irregolare e lacero di quella. Ciascuno, come verrà mostrato più tardi, è una batteria di nematocisti, la quale ha l'aspetto di una tasca o cavità scavata nello spessore della parete del corpo e ricettante le cnide. Io non so se questi tubercoletti sieno comuni a tutte le Edwardsie. Quatrefages (l. c.) non ne tiene parola; dice bensì nella descrizione dell' *E. Beautempsii* Q. che *chez presque tous les individus la partie médiane présente sept ou huit côtes longitudinales .... qui donnent au corps une apparence subpolygonale* (pag. 69); il che forse vi allude a sua insaputa. Gosse neppure ne fa cenno; ma parlando di una specie dragata dal signor Kingsley li nomina per incidenza (l.c. pag. 262) e non come carattere importante. Klunzinger (l. c. pag. 79) descrive una *E. pudica* K. avente colonna tubercolata. Panceri (l. c.) del pari non li menziona, e nemmeno Costa (l. c.). L'associarsi delle nematocisti in organi speciali è nelle Edwardsie un fenomeno concomitante colla secrezione di un rivestimento corneo di protezione. Sparse e disseminate su tutta la superficie del corpo esse non potrebbero da singole trapassare il solido strato sovrapposto; e questo a sua volta sarebbe impossibile; radunate a gruppo invece ponno esistere concomitanti con quello, sporgendo libere coi cnidocigli alla superficie del medesimo. Ma la presenza di organi cnidiferi speciali prodotti da questa localizzazione di nematocisti non è fenomeno che si riscontri solo nelle Edwardsie, esso si riscontra ovunque nei generi Bunodes, Echinactis,

(1) G. v. Kock, *Zur Phylogenie der Antipatharia.* Morph. Jahrbuch IV. suppl. 1879.

Cladactis ecc., sebbene quivi non sussistano i motivi meccanico-fisiologici suddetti. Un primo accenno a simile localizzazione è forse quello offerto dall' esoderma di alcune *Zoanthinae*, dove gli elementi, come io primo feci notare nella *Panceria spongiosa* Andr. (1), si raggruppano in balle separate ed involte da prolungamenti del tessuto connettivo. Quivi non si ha una reale localizzazione d' un determinato elemento, ma una semplice associazione di tutte indistintamente le cellule dell'epitelio esterno. In varie delle *Actininae*, propriamente dette, invece interviene un deciso differenziamento. Nel genere *Actinia* p. es. le cellule nematocistiche cominciano a raccogliersi in batterie speciali, sotto la forma delle note borse marginali, all'esterno ed alla base dei tentacoli. Nei *Bunodes* queste batterie si fanno assai numerose e si presentano sotto l'aspetto dei varî bitorzoletti che appunto contraddistinguono il genere. E così via, vadasi ripetendo per le *Cystiactis, Echinactis, Aulactinia, Cladactis* ecc. Con ciò, ben lungi dal voler stabilire un rapporto filogenetico, voglio indicare solo l'affinità analogica di questi organi finora da nessuno descritti, e concludere che forse la loro presenza ripete origine non solo da momenti meccanici esterni, ma altresì dalla ragione storica dell'organismo: e che quindi nella morfologia delle Edwardsie i tubercoli cnidiferi rappresentano un tratto di non lieve importanza.

Sacco faringeo. Quatrefages parlando dell'apparato digestivo delle Edwardsie descrive una faringe ed un intestino che in realtà non sono presenti. Dapprima io credetti che con questi due nomi egli accennasse ad una eventuale differenzazione del sacco faringeo, per la quale avesse creduta opportuna la distinzione in due regioni (vedi Andres, l. c. pag. 221); in seguito dovetti persuadermi che per faringe egli intende e descrive tutto il sacco faringeo (*Stomach* di Gosse, *Magenrohr* dei Tedeschi) e che come intestino invece designa e disegna un organo che nella mia Edwardsia assolutamente non esiste. Gli spaccati longitudinali e le sezioni trasversali che io eseguii, non lasciano da mia parte alcun dubbio in proposito. V'è cioè un sacco faringeo (faringe di Quatrefages) e non altro. Ciò che l' illustre naturalista descrisse per parte intestinale non è probabilmente se non la membrana molto estesa, come spesso ne è il caso, di uno o di più setti mesenterici.

Comunque sia, allo spaccato longitudinale dell'*Edwardsia Claparedii* trovasi che il sacco faringeo è, come in tutte le Attinie, un sacco cilindrico, il quale dal margine orale pende nell' interna cavità; aperto in basso nell'enterocele e rattenuto ai lati dai setti mesenterici. Allman invece (II. l. c. pag. 132) asserisce che è libero e non inserito ai setti; ciò che, pel mio caso, è assolutamente erroneo. Esso è costituito dagli stessi strati della parete generale del corpo, eccettuato il rivestimento corneo; la sua superficie è liscia e non presenta che un debolissimo accenno di canali gonidiali.

I *Setti mesenterici* sono presenti in numero di otto, simmetrici paio a paio ed eguali in significato. Sono intieri, cioè non traforati da finestre intercamerali; cosicchè le tasche mesenteriche non sono comunicanti fra loro. In ogni setto notasi un

(1) Andres, *On a new genus of Zoanthinae.* Quart. Journ. Microscop. Science. XVII. new series, 1877 pag. 222.

filamento, un muscolo interno o retrattore, una ghiandola sessuale, una porzione membranacea, un muscolo esterno o protrattore (fig. 6, 10, *f, m, r, g, s, p, m, m, p*).

Il filamento (fig. 6, 10, *f*), attaccato al margine libero del setto, è unico, ravvolto in anse e convoluzioni più o meno intricate secondo lo stato di contrazione dell'animale; in nessun punto è staccato e libero per dar luogo ad un missile aconzio; e in nessun punto del pari presenta la porzione pieghettata, comune del resto fra le Attinie, verso il margine del sacco faringeo; il suo colore è biancastro e la sua struttura, come si vedrà avanti, accenna ad organo glandolare. Si stende dall'orlo inferiore del tubo gastrico sin verso il fondo dell' enterocele e quivi gradatamente assottigliandosi cessa poco prima del punto dove finisce il setto.

All'esterno del filamento, trovasi su ogni setto la matrice dei prodotti sessuali (fig. 6, 10, *g s*); la quale è una zona roseo-bruna longitudinale più o meno pieghettata su se stessa; la quale risulta dal tessuto generale del setto reso ipertrofico e generante nel suo seno il seme o le uova. Essa è sviluppata solo nella regione mediana del corpo e piuttosto indietro che in avanti della medesima; posteriormente cessa prima di raggiungere la fisa.

Più all' esterno esiste l' ingrossamento longitudinale dovuto ai fasci di fibre muscolari (fig. 6, 10, *m r*), e più specialmente al locale rigonfiamento del tessuto connettivo che loro serve d'appoggio. Quest' ingrossamento in avanti s' inserisce al peristoma, al margine labiale ed al sacco faringeo ed è poco sviluppato, verso il mezzo si fa assai considerevole e posteriormente cessa poco a poco sparpagliando a ventaglio le ultime fibre. Suo tratto caratteristico è l'incongruenza rapporto al setto; nella porzione gastrica è sviluppato egualmente dall' un lato e dall'altro, al disotto si riduce tutto su una faccia e per vero secondo una legge costante: cioè che tre setti di seguito portano il fascio muscolare a destra, il susseguente lo porta a sinistra, il quinto ancora a destra e gli ultimi tre di nuovo a sinistra; cosicchè due paia di setti sono congruenti fra loro e due paia sono solo simmetrici.

Ancor più in fuori il tutto si riduce ad una membrana sottilissima (fig. 6, 10, *p m*), eppur molto estensibile, quella che a mio credere indusse il Quatrefages in errore, facendogli ammettere un intestino.

Infine al punto d' unione del setto colla parete del corpo si ha un nuovo ingrossamento muscolare longitudinale (fig. 6, 10, *m p*); e questo è sempre simmetrico al setto e press' a poco altresì sempre di egual potenza su tutto il decorso. La sua azione è forse duplice; serve ad accorciare l'animale quando si contrae tutto e contemporaneamente col muscolo interno; concorre alla protrusione del capitolo quando si contrae a tratti successivi dall' indietro in avanti e d'accordo coi muscoli trasversali della parete del corpo.

L'esame dell'animale per sezioni trasversali conferma e rischiara questi fatti anatomici. Procedendo dall' innanzi all' indietro trovansi i setti, che per un determinato tratto collegano il sacco faringeo colla parete del corpo e non presentano che i due muscoli (fig. 8). In seguito, fattisi liberi, si vedono muniti di filamento (fig. 9). Più in basso sviluppano in sè i prodotti sessuali (fig. 10). Verso l'estremo posteriore questi scompaiono e non restano che i muscoli e il filamento. Infine cessa anche il

filamento (fig. 11) e del setto non resta che un accenno costituito quasi solo dal muscolo esterno.

Quatrefages non parla in modo speciale dei setti mesenterici; dal complesso della sua descrizione e delle sue figure rilevasi però una disposizione molto diversa da quella che io riscontrai, e molto aberrante dal piano ordinario degli Antozoi. Rimandando il lettore al testo ed alle tavole del lavoro originale (l. c. pag. 87, 93 ecc. fig. II, VII, 9, 10), non posso a meno di accennare la posizione che egli dà al filamento mesenterico ed alla ghiandola sessuale, da lui descritti come un organo unico risultante da un grosso cordone, il quale, munito alla periferia di un fitto strato di nematocisti, porta nel suo mezzo una massa midollare granulosa che serve di matrice alle uova. Fasci muscolari veri e spiccati, non vennero da lui riconosciuti; e colloca, in lor sostituzione, varie fibre longitudinali nel tessuto connettivo. Un altro insigne naturalista che mi sorprese colla descrizione anatomica delle Edwardsie è l'Allmann. Egli (II. l. c. pag. 132) scrive che i fasci muscolari dei setti, inserti pei loro capi dall'una parte al peristoma, dall'altra alla fisa, sono sciolti d' ogni aderenza per tutto il restante decorso. Inoltre dice che gli organi genitali sono attaccati alla metà posteriore dei fasci, e che ognuno di essi *juste before terminating at the lower opening of the stomach-sac enters a most remarkable pectinated organ, which appears to be quite unrepresented in any other group of Coelenterata.* Ora una struttura pettinata o branchiforme è posseduta da alcune Attinie; e in modo tipico, cioè molto più sviluppata che in queste, da tutte le *Zoanthinae*, come è accennato da Lesneur (1), da Dana (2) e da me (3). Ma nelle Edwardsie non ricorre affatto, come non vi ricorre l'indipendenza dei fasci muscolari per tutto il loro decorso, nè l' indipendenza del sacco faringeo dai setti.

Rivolgendo ora l'attenzione ai fatti anatomici surriferiti trovasi argomento ad alcune interessanti considerazioni. Anzitutto è notevole il numero otto, in cui i setti si presentano, perocchè tutto il corpo è costrutto in base al medesimo cogli otto segmenti della colonna e coi sedici tentacoli scindibili in otto principali ed otto secondari. Questo fatto è comune alla maggioranza delle specie del genere, cioè ad oltre i due terzi. Se si pensa poi che delle rimanenti, alcune (*E. lineata* Verr., *E. elegans* Verr., *E. arenosa* Klunz.) sono insufficientemente descritte, una (*E. sulcata* Verr.) lo fu in circostanze inattendibili e l' ultima (*E. farinacea* Verr.) appartiene assolutamente ad altro genere, si dovrà ammettere che l' octoseptazione, per chiamarla così, è generale e caratteristica per tutte le Edwardsie. Tutto ciò puossi rilevare dal prospetto seguente, nel quale credo aver prese in considerazione tutte le specie finora annoverate nel genere:

(1) Lesneur, Journ. Acad. Nat. Sc. Philadelphia I. 1817 pag. 181.
(2) Dana, *United States Exploring Expedition.* 1838-42 pag. 183-185.
(3) Andres, l. c. pag. 222.

	Solchi	Tentacoli	
Edwardsia Beaulempsii Quatr.	8	16 monocicli	
» *timida* Quatr.	8	20-24 monocicli	
» *Harassi* Quatr.	8	24 bicicli	Quatrefages descrive colonna cilindrica; ma l'octoseptazione si rileva dalla Memoria (Ann. sc. nat. 2ª XVIII. 1842).
» *callimorpha* Gosse	8	16 bicicli	
» *carnea* Gosse	8	28 tricicli	Nel capitolo vi sono altre otto semi-invezioni (Actinolog. Britannia 1860).
» *sipuncoloides* Stimp.	8	20 bicicli	Stimpson (Mar.Invert. of Grand Manan 1853) vi annovera solo 20 tentacoli; Verril (Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. I) ve ne conta 36 nel testo e ne disegna 32 nella figura.
» *sulcata* Verr.	12	—	Verril (l. c.) l'esaminò una volta sola e in preparato alcoolico.
» *lineata* Verr.	—	—	
» *elegans* Verr.	—	16	Verril (Ann. Mag. Nat. Hist. 4ª IV. 1869) (Rap. Comm. Fish.).
» *farinacea* Verr.	12	12 monocicli	Sulle labbra porta dei lobi. Non è questo un carattere di Peachia?
» *pudica* Klung.	8	20	
» *arenosa* Klung.	—	30 bicicli	Klunzinger (Korallth. d. Rothen. Meeres I. 81) ne ebbe un sol esemplare.
» *Kerguelensis* Stud	8	20	Il numero otto si rileva dal disegno; nel capitolo le invezioni sono sedici come nella *E. carnea* Gosse; (Studer, Monatsberichte k. preus. Akad. Berlin 1878).
» *coriacea* Mosley	8	16	Nel capitolo si hanno 16 invezioni disposte in quattro gruppi regolari (Mosley, Trans. Linn. Soc. London).
» *Claparedii* Panc.	8	16	
» *microps* Gosse	8	16	È l'Halcampa microps di Gosse, che a me sembra Edwardsia tanto per l'octoradiazione, quanto per la presenza di capitolo, scapo e fisa.

La struttura secondo il numero otto è quindi un carattere distintivo delle Edwardsie. L'octoseptazione, come collega strettamente fra loro le specie dell'intero genere, così serve a definirle con linea precisa e staccarle da quelle dei generi affini Halcampa, Xanthiopus, Philomedusa e Bicidium, nei quali la costruzione generale si regola sul numero dodici. E ad illustrazione di ciò valga anche qui il prospetto (che io credo pure completo) di tutte le specie in questione:

	Solchi	Tentacoli	
Halcampa chrysantellum Gosse	12	12 monocicli	
» *Fultonii* Wright	12	12	Dei dissepimenti otto sono principali, quattro secondari (Wright, Ann. Mag. Nat. Hist. 3ª VIII. pag. 132. New Edinb. phil. Journ. XII. 1860 pag. 156).
» *capensis* Verrill	—	—	
» *purpurea* Studer	12	12	Nel disegno i tentacoli sono tredici (Studer, l. c.)
» *albida* Agassiz	12	—	
» *toeniata* (Peachia Klunz)	12	48	Un solo esemplare. Non possiede *conchula* quindi non è Peachia.
» *albida* Verrill	20	20	È la Corynactis d'Agassiz coi tentacoli capitati e non una Halcampa.
» *producta* Stimpson	20	20	Non ha figura di Halcampa vuoi per l'aspetto generale, che per le dimensioni (fino a 27 cent.) e per l'aderenza della base (Stimpson. Proceed. of Bost. Soc. of Nat. Hist. 1856 pag. 110).
Xanthiopus vittatus Keferst.	12	12	Ha capitolo, scapo e fisa (Keferstein. Zeitsch. wiss. Zoolog. XII. pag. 31).
» *bilateralis* Keferst.	12	12	
Philomedusa Vogti Müll.	12	12	Si confonde colla *H. Fultonii* e col *B. parasiticum* (Fritz Müller. Arch. für Naturgeschichte 1860 pag. 57).
Bicidium parasiticum Ag.	12	12	

Ora tenuto conto di entrambi questi fatti dimostrati dai due precedenti prospetti, è lecito il concludere che le Edwardsie formano un gruppo compatto (per così esprimermi) e distinto. Riflettendo poi che le ragioni della differenza tra esse e le succitate forme affini si ripetono, allorchè si stenda il paragone alle restanti Attinie, e che anzi vengono accresciute da altre, quali sono l'aderenza della base e la ricchezza numerica dei tentacoli e dei setti; riflettendo che quelle forme affini succitate, *Halcampa*, *Xanthiopus*, *Philomedusa*, *Bicidium*, si collegano mediante l'ultimo alle *Peachiae* e con queste agli *Ilyanthus* e via via ai *Cereus*, alle *Sagartiae* ecc., in una serie di affinità e parentele, che sempre più si allontanano dall'octoseptazione, completando e sviluppando il sistema dodecaseptale in multipli numerosi; puossi allargare la conclusione in termini più generali e dichiarare che le Edwardsie costituiscono un gruppo omogeneo di forme strettamente simili fra loro e recisamente distinte da tutte le *Actininae*.

E di quanto si staccano dalle *Actininae* d'altrettanto si avvicinano agli Alcionidi, nei quali, come è noto, l'octoseptazione è carattere fondamentale. Senza con ciò asserire che si stacchino dagli Zoantari (il che è ancor prematuro) noto il riscontro che esse trovano nella semplicità della *Monoxenia Darwinii* H., quella forma del Mar Rosso descritta da Haeckel (1), la quale coi generi Haimea ed Hartea di Percival-Wright rappresenta gli Alcionini isolati non ancora riuniti in colonia. D'altrettanto si avvicinano pure ai Coralli rugosi, che, octoradiati al pari degli Alcionari, offrono un altro punto di somiglianza nel numero dei tentacoli maggiore di quello dei setti (2), tanto che potrebbe dirsi essere le Edwardsie di fronte ai Rugosi ciò che sono le Attinie di fronte ai Perforati ed Eporosi. Ma di ciò più innanzi.

Queste conclusioni basate su considerazioni risguardanti il numero dei setti, vengono convalidate dalle riflessioni fatte intorno alla loro disposizione. I setti, che, come vedemmo, non sono nè simmetrici nè congruenti, formano un complesso simmetrico e in parte congruente. Osservando le sezioni trasversali trovasi che partendo da un determinato punto della periferia dell' animale, per esempio da x (fig. 7), e percorrendo tutto il circuito, si incontrano tre setti consecutivi col fascio muscolare da un lato, il quarto che lo ha dal lato opposto, il quinto dal lato stesso dei tre primi e infine i restanti tre che concordano col quarto; in altre parole i primi tre sono il rovescio degli ultimi tre, come il quarto lo è del quinto. È evidente che attraverso a questi setti uno solo degli otto diametri rappresenta la linea di simmetria, che questa linea è la $x \ldots y$ (fig. 7, 8, ecc.) e che nessun'altra è possibile. Ora nelle Attinie invece la linea di simmetria può essere per lo meno duplice; l'una secondo $x \ldots y$ (fig. 13), l'altra ortogonale alla medesima, perchè

(1) Haeckel, *Arabische Korallen*, 1879 pag. 7, 39.

(2) Vedi a questo proposito le interessanti notizie intorno alla *Gvynia annulata* Duncan, e all' *Haplophyllia paradoxa* Pourtalès reputate rappresentanti attuali dei Rugosi fossili.

Pourtalès (Comte de), *Contributions to the Fauna of the Gulf-Stream at greath depths*. 1868.

Duncan, Philosoph. Transact. CLXII.

Pourtalès (Comte de), *Deap-sea Corals*.

Carpenter and Jeffreys Gwin, Proc. Roy. Soc. XIX.

ciascuna di esse è eguale su ambedue le proprie estremità (1). In esse, presa un'Attinia a soli dodici setti si hanno (partendo da x) i setti 1,° 2,° 4° di un lato che portano il fascio muscolare a sinistra, per esempio, e i setti 3°, 5° e 6° che lo portano a destra, mentre dall'altro lato si ha l'opposto tanto per 1_1°, 2_1° e 4_1, che per 3_1°, 5_1° e 6_1°: ond'essi sono appaiati non solo secondo x ... y, ma anche secondo il diametro che passa tra il 3° e il 4° paio. Negli Alcionidi la linea di simmetria è, come nelle Edwardsie, una sola; ed è evidentissima perocchè sonvi quattro setti consecutivi col fascio da un lato (fig. 12) e quattro altri col fascio dal lato opposto (2). Dei Rugosi nulla posso asserire.

Anche per la disposizione dei setti adunque le Edwardsie si staccano dalle *Actininae* e s'avvicinano più al tipo Alcionario; ma però tenendosi da questo ben distinte. Rivoltando il 4° paio (fig. 7) si riduce la sezione di Edwardsia ad una sezione di Alcionide; rivoltando invece il 3° ovvero il 2° paio si ottiene uno schema di Attinia; supposta però un'Attinia octoradiata.

Simili considerazioni ponnosi ripetere rispetto alle tasche o loggie mesenteriche. L'enterocele risulta, come in tutti gli Antozoi, di uno spazio mediano libero e di varî spazî distali separati gli uni dagli altri dai setti. Nelle Edwardsie questi spazî (tasche o loggie mesenteriche) sono otto e si fanno rimarcare per i loro rapporti coi setti e coi tentacoli.

Le loggie considerate in generale, presso gli Antozoi ponno distinguersi in tre categorie, a seconda del variare dei paia di setti che le delimitano; cioè loggie fra due setti rivolgentisi il lato non muscolare (dorso), loggie fra due setti prospicientisi col lato muscolare (ventre), loggie fra due setti guardantisi l'uno col dorso l'altro col ventre; e distinguersi quindi in *amiarie*, *dimiarie* e *monomiarie*. Ora negli Alcionarî si ha una loggia amiaria ad una estremità della linea di simmetria (x ... y fig. 12); una loggia dimiaria all'estremità opposta; e tre paia di loggie monomiarie fra esse; sicchè seguendo l'esempio di Kölliker è possibile denominare

(1) Da Hollard (Ann. d. Sc. nat. 3, XV. 1851) in poi molti ammisero per i setti delle Attinie una decisa simmetria multiradiata; ed Heider (Sitzungsber. k. Akad. Wiss. zu Wien LXXV. 1877) recentemente si mostra dello stesso avviso; ciò è però inesatto, come venne primamente dimostrato da Schneider e Röttecken (Sitzungsber. Oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde 1871) e come ognuno può sempre convincersi sul naturale; in realtà esistono cioè solo due assi (ma non meno), come venne da me esposto. Devesi però notare che questa biassialità vale solo per la disposizione dei fasci muscolari dei setti e che nella struttura totale si tende al monoassiale; quantunque venga negato da Lacaze-Duthiers (Arch. de Zool. expérim. I. 1872).

(2) Kölliker (Ber. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg, 1871) fu il primo a notare la simmetria dei setti negli Alcionari, relativa tanto alla disposizione dei fasci muscolari, quanto a quella dei filamenti. Schneider e Rötteken (l. c.) la constatarono pure, ma senza tenervi conto dei muscoli *protractores* di Kölliker. Solo i signori Pouchet et Myèvre (Journal de l'Anat. et de la Phys. 1870) descrivono la musculatura di un *Alcyonium* in modo che la simmetria bilaterale non è possibile. Recentemente l'opinione di Kölliker è convalidata da Mosley (Philos. Transact. Roy. Soc. CLXIV. 1875) nella *Heliopora caerulea*, e anch'esso non fa attenzione ai *M. protractores*; nonchè da Josna Lindahl (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar XIII. n. 3, 1874) in un'Umbellula, nella quale trovò di notevole una musculatura trasversale tutt'intorno d'ogni camera mesenterica. Io la potei confermare nelle Cornularie.

dorsale la prima, ventrale la seconda e rispettivamente dorso-laterali, laterali, e ventro-laterali le altre. Nelle Attinie (in un esemplare a dodici setti) si hanno quattro loggie amiarie, cioè una dorsale, una ventrale e due laterali (fig. 13); quattro loggie monomiarie, le latero-laterali; infine quattro loggie dimiarie, le dorso-laterali e le ventro-laterali. Nelle Edwardsie sonvi due loggie amiarie, vale a dire una dorsale ed una ventrale; due loggie dimiarie, ossiano le ventro-laterali; e quattro loggie monomiarie, cioè le laterali e le dorso-laterali. Quantunque questa esposizione sia un corollario per non dire una ripetizione della pagina precedente, pure serve a mettere in evidenza ancora una volta la diversità di struttura delle Edwardsie rispetto alle Attinie e l'accenno d'affinità cogli Alcionidi.

Ma, più che questi rapporti delle tasche mesenteriche coi setti, sono interessanti quelli delle medesime coi tentacoli, i quali, come è noto, non ne sono che un prolungamento. Nelle Attinie ed affini (eccetto il Cerianto) ad ogni loggia corrisponde un tentacolo, e così pure negli Alcionidi. Nelle Edwardsie invece si ha un numero di tentacoli doppio o triplo di quello delle loggie. Infatti i tentacoli dell'*E. Claparedii* sono sedici, distinti in otto grandi e otto minori, alterni; mentre le loggie sono soltanto otto. Il Cerianto presenta pure tentacoli due volte più numerosi delle tasche, ma in esso stanno disposti due a due sulla linea del raggio di ogni tasca, e precisamente l'uno all'orlo labiale del disco, l'altro al margine; e nelle Edwardsie invece sono tutti marginali. Io credeva dapprima che in queste fossero distribuiti due a due in ogni loggia; sebbene mi repugnasse al pensiero l'assimetria conseguente d'ognuna di tali loggie, sacrificata senza raggiungere la simmetria del complesso. Ma più tardi, con mia sorpresa e soddisfazione, trovai che la distribuzione è affatto diversa. Che cioè nella loggia dorsale esiste un tentacolo grande solo, e così pure nella ventrale; mentre in ciascuna delle ventro-laterali ne occorrono tre, due piccoli e uno grande; e in ciascuna delle laterali nonchè delle dorso-laterali ve ne stanno due, uno grande e uno piccolo (fig. 7, I. II). Come si vede la distribuzione è in tutto simmetrica tanto nel complesso, che nel dettaglio; giacchè nel complesso si lascia dividere secondo la linea $x \ldots y$ già citata; nel dettaglio s'accorda colla simmetria (amiaria o dimiaria) e colla assimmetria (monomiaria) delle tasche.

Quest'ordine diversifica intieramente da quanto era finora noto negli Antozoi; e se le considerazioni precedenti m' inducevano a far notare il distacco delle Edwardsie dalle Attinie e l'accenno di affinità cogli Alcionidi, ora devo mettere in rilievo l'esistenza di un carattere affatto particolare alle medesime e tale che da solo basta a farle considerare come distinte tanto dagli Zoantari che dagli Alcionari. Interessante sarebbe il poter decidere anche sui rapporti che forse le collegano coi Rugosi; ma per ciò manca sgraziatamente il materiale.

(*continua*)

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

FIG. 1. — *Edwardsia Claparedii* in grandezza naturale con tentacoli spiegati; vi si distinguono le tre parti della colonna, capitolo, scafo e fisa e i raggi gonidiali del disco.

» 2. — Porzione anteriore della varietà γ della stessa; spiccati sono i segmenti od invezioni della colonna e le serie dei tubercoli.

» 3. — Id. della varietà β, notevole per le macchie del capitolo.

» 4. — Id. della varietà α.

» 5. — Fisa della varietà α per mostrarne le invezioni e la pellucidità.

» 6. — Spaccato mediano longitudinale di *Edwardsia Claparedii* secondo la linea t.... 3° della fig. 8. — Gli indici α, β, γ, δ, ε corrispondono alle sezioni trasversali rappresentate dalle figure 7, 8, 9, 10, 11. — La pellicola esterna è disegnata in nero ed è rilevata verso il capitolo e verso la fisa, nonchè sfaldata su tutto il restante; da un lato vedonsi sotto la medesima i tubercoletti cnidiferi. — Il sacco faringeo è cilindrico e pieghettato di traverso. — Le altre parti sono indicate dalle lettere iniziali: $m\,p$ (muscoli protrattori); $m\,r$ (muscoli retrattori); $p\,m$ (parte membranacea dei setti); $g\,s$ (ghiandole sessuali); f (filamento).

» 7. — Sezione α della figura precedente. In essa indicano, d la loggia dorsale, $d\,l$ la loggia dorso-laterale, l la loggia laterale, $v\,l$ la loggia ventro-laterale e v la loggia ventrale. Dippiù I, II. I, II ecc. segnano i tentacoli grandi e piccoli. Infine 1°, 2°, 3° ecc. sono i paia dei setti secondo la linea di simmetria x .... y.

» 8. — Sezione β della fig. 6; t tubercoletti. Le altre lettere sono come nella fig. precedente.

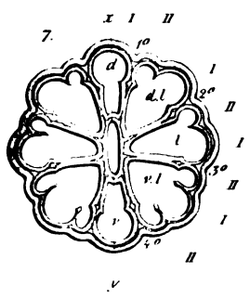
» 9. — Sezione γ ecc.

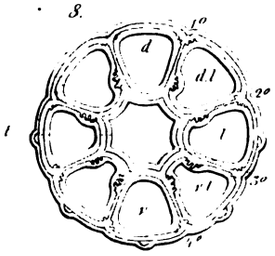
» 10. — Sezione δ ecc.

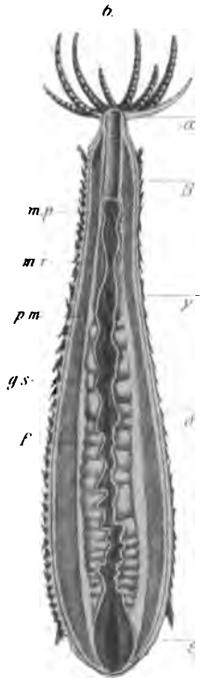
» 11. — Sezione ε ecc.

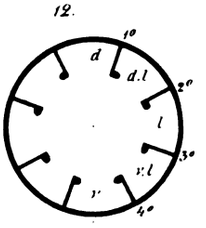
» 12. — Schema di sezione d'Alcionide.

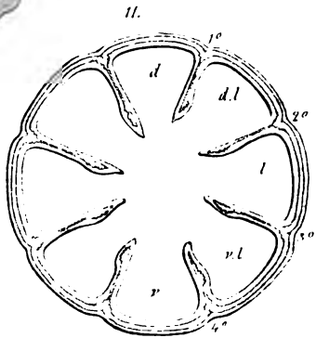
» 13. — Id. di Attinide.

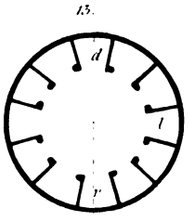












Lit. Wiener L. Winter, Frankfurt a/M.

Torino Lit.a Degen

CATERINA X.

Fig. 1

Mosso. Circolaz.e del sangue nel Cervello Umano

Lit F.lli Degen Torino

M. BERTINO

Fig. 9.

Sulla circolazione del sangue nel cervello dell' uomo.

Memoria del Socio corrispondente A. MOSSO

letta nella seduta del 7 dicembre 1879.

CAPITOLO I.

Storia delle tre persone su cui ho studiato la circolazione del sangue nel cervello.

§ 1.

Le osservazioni contenute in questa Memoria vennero fatte sopra tre persone che avevano accidentalmente una apertura nel cranio. Due vivono ancora e stanno bene: la terza, un ragazzo per nome Thron, morì 10 anni dopo la caduta che gli scoperse il cervello. Presento il ritratto delle due persone che sopravvissero alle mie osservazioni fig. 1 e 2: e ne espongo succintamente la storia (1).

Caterina X d'anni 37, di professione contadina, veniva ricoverata nell'ospedale di s. Lazzaro in Torino nel giugno del 1875. Maritata a 18 anni ebbe sei figli e godette sempre buona salute. Nell' ultima gravidanza contrasse dal marito ulceri sifilitiche che guarirono senza soccorso dell'arte. Il bimbo nacque nell'agosto del 1866, fu allattato dalla madre e moriva nel gennaio del 1868 per morbillo. Due anni dopo l' infezione si manifestarono dei fenomeni d' indole sifilitica. La donna incominciò a soffrire di forti cefalalgie in corrispondenza della regione frontale, e comparvero in varie parti del corpo dei tumori (probabilmente delle gomme cutanee) che si esulcerarono lasciando delle profonde cicatrici. Sotto la cura del joduro di potassio in due mesi scomparve ogni sintomo dell' infezione sifilitica. Nell'anno successivo ricomparvero le gomme cutanee. Essa fu ricoverata nel 1869 nell'ospedale di s. Giovanni in Torino e nel 1870 in quello di s. Lazzaro dove rimaneva sei mesi.

(1) Desidero che questo lavoro venga considerato come la continuazione delle Memorie che ho già pubblicato nel 1876 e nel 1878 intorno al medesimo argomento. La mia prima Memoria stampata nell'Archivio per le scienze mediche, anno I, fasc. 2.° fu intitolata: *Introduzione ad una serie di esperienze sui movimenti del cervello nell' uomo*; ed è un lavoro di storia e di critica cui rimando volentieri il lettore che voglia farsi un concetto del modo col quale si svolsero le cognizioni che possiede fino ad oggi la scienza intorno a questo interessante capitolo della fisiologia. La seconda la pubblicai col prof. Giacomini nel fascicolo successivo del medesimo Archivio: e porta il titolo di *Esperienze sui movimenti del cervello nell' uomo.* La terza serie di osservazioni venne fatta col dott. Albertotti e presentata all'Accademia di medicina in Torino il dì 8 gennaio 1878, col titolo: *Osservazioni sui movimenti del cervello di un idiota epilettico.*

Io sono grato ai miei colleghi di avermi offerto l' occasione di intraprendere con loro questi studî sull'uomo, e ringrazio particolarmente il dott. De Paoli che mi invitò a studiare un terzo caso di apertura del cranio, quello di Bertino, che è certo il più interessante di tutti. Delle prime osservazioni che feci sulla Caterina X e su Thron riferisco qui solo quelle che sono ancora inedite o che per gli studî fatti successivamente sono ora in grado di poter meglio interpretare.

Ritornò in apparenza guarita alla campagna e godette per due anni di una salute completa. Trascorso tale periodo ritornarono i dolori del capo e si manifestarono contemporaneamente dei tumori gommosi alla volta palatina, al velo mobile ed al naso che presto si esulcerarono distruggendo completamente il vomere e la parte ossea del palato e le cartilagini del naso. Nell'agosto del 1872 rientrava nel sifilicomio di s. Lazzaro, e ricominciava per la quarta volta la cura del joduro di potassio internamente e la mercuriale esternamente. Godette per un altro po' una salute discreta: e quindi comparve una tumefazione alla forchetta dello sterno, che si aprì formando un' ulcera con carie delle ossa sottostanti. Malgrado tutte le cure dell'arte ritornarono in scena i dolori del capo localizzati alla regione frontale, dove si manifestò una tumefazione, e più tardi ne comparvero due altre ai lati. Distruttasi la pelle soprastante rimase denudata una grande parte dell'osso frontale nella sua parte mediana. Fu in tale stato che essa presentavasi l'ultima volta all'ospedale di s. Lazzaro il 22 giugno 1875 estremamente magra, debole, con diarrea continua, febbre vespertina e notti insonni.

Soddisfatte le cure più urgenti e migliorato rapidamente lo stato generale della nostra ammalata, il prof. Giacomini pensò tosto al modo più opportuno per levare tutta la parte del cranio affetta da necrosi. Colla pinza a sgorbia di Nelaton intaccò l'osso frontale nel suo mezzo e giunse lentamente al tavolato interno, che fu più facile a demolirsi. Appena fatta questa breccia uscì dalla medesima una grandissima quantità di pus che presentava nell'apertura del cranio un movimento pulsatorio. In pochi giorni veniva messa allo scoperto una porzione della dura madre larga quanto uno scudo. La superficie di questa membrana che involge il cervello era coperta di granulazioni molto vascolarizzate che davano sangue al più leggiero contatto e presentava delle pulsazioni sincrone colle sistoli del cuore. Fu dopo quest'atto operativo che noi applicammo sul cervello dell'ammalata un apparecchio registratore.

A misura che si dilatava l'apertura del cranio per l'estrazione delle ossa necrosate, i movimenti della dura madre e del cervello divennero sempre meno evidenti. L'ammalata perdette tutta la squamma dell'osso frontale e grande parte dei due parietali. Conservammo i frammenti delle ossa e li mettemmo insieme per modo che la paziente venne poi fotografata tenendo in mano una vasta parte del proprio cranio come si vede nel suo ritratto fig. 1. Caterina X non volendo ritornare col marito fu accettata come infermiera in uno dei nostri ospedali. La vidi ultimamente: essa mi disse che sta bene e trovai che il processo di ossificazione va rapidamente diffondendosi in vari punti per cui la cicatrice divenne dura e resistente.

§ 2.

Thron Giovanni era un ragazzo epilettico di circa 11 anni con fisionomia simpatica; bellissimo nelle proporzioni e nella forma del corpo. Egli aveva appena 18 mesi quando in seguito di una caduta riportò una grave ferita alla regione temporo-parietale destra, che guariva lasciando una cicatrice della pelle con perdita notevole di sostanza ossea del cranio. Pare dalle scarse notizie che si poterono raccogliere nella storia anamnestica del giovane Thron, che sia trascorso dopo questo trauma circa 1 $^1/_2$ anno senza che apparissero sintomi cerebrali di qualche importanza.

Gli accessi epilettiformi e quindi epilettici si iniziarono solo verso il terzo anno: e questi col tempo associandosi a fenomeni maniaci gravi, obbligarono i suoi parenti a farlo ricoverare nel manicomio di Torino.

Il grado di idiozia è limitato alla capacità di semplici idee per esprimere i bisogni più imperiosi della vita. Egli ha però la memoria di idee d'un ordine più elevato, perchè spesso alle interrogazioni che gli si fanno egli risponde: Veui andà a l'ecole (voglio andare a scuola); oppure Mondon, che non si potè sapere che cosa significasse.

L'osservai spesso mentre trastullavasi nel giardino e non mi accorsi mai che avesse qualche cosa di anormale nei suoi movimenti. Una volta che egli non voleva seguirmi dal giardino nella sua stanza gli presi il cappello. Egli mi corse dietro atteggiando la sua fisonomia al dolore e pronunciando ripetutamente con voce lamentevole e quasi piangente le parole: Veui ma calotte (voglio la mia berretta). Dalle immondizie che egli mangiò quando potè sottrarsi alla vigilanza degli infermieri si deve conchiudere che non provasse alcun disgusto per le sostanze le più schifose. Gli insulti epilettici erano preceduti da una agitazione che lo rendeva chiassoso e molesto. Le sue grida erano foriere di un prossimo accesso, e gli infermieri accorrevano per ripararlo in sito opportuno prima che scoppiasse l'insulto.

Questo ragazzo, quando nella primavera del 1877 incominciammo le nostre esperienze, presentava in corrispondenza della regione temporo-parietale una apertura nelle ossa del cranio ricoperta dalla pelle sana, nel mezzo della quale scorgevasi una lunga cicatrice. L'apertura aveva una forma elittica. Il suo diametro maggiore misurava 70 mm. ed il medio 35 mm. La cicatrice che si protende nel senso del diametro maggiore è nella larghezza di 6 o 7 mm. affatto sprovvista di capelli. In questa apertura del cranio si osservano molto distinte le pulsazioni e i movimenti del cervello sottostante. Quando la pelle viene ad infossarsi vedesi che la breccia è poco profonda; e premendo colle dita anche fortemente sentesi che la membrana della cicatrice è molto resistente e non si producono fenomeni di compressione cerebrale.

Nell'agosto, durante la mia assenza da Torino, un catarro gastro-intestinale con fortissime diarree attaccava in modo così energico la robusta costituzione del giovine Thron che egli soccombeva quasi anemico il 29 ottobre, senza che per questo divenissero meno forti e frequenti gli insulti epilettici che lo travagliarono anche negli ultimi giorni della sua vita. Nell'esame del capo conservato nell'alcool, fatto alcuni mesi dopo insieme al prof. Giacomini, trovammo che l'apertura del cranio era ricoperta da una forte membrana fibrosa, sulla faccia esterna della quale aderiva tenacemente la pelle e la cicatrice. Dal lato interno erano fuse con essa le meningi che aderivano a loro volta tenacemente alle circonvoluzioni cerebrali atrofizzate su una estensione alquanto maggiore della breccia.

Il centro della lesione cerebrale interessa l'estremità posteriore del ramo orizzontale della scissura di Silvio, protendendosi in alto, ed interessando la porzione anteriore della circonvoluzione parietale inferiore (*lobulus supra-marginalis*) e terminando sulla parte media della circonvoluzione parietale ascendente. Inferiormente interessa l'estremità posteriore delle tre circonvoluzioni temporo-sfenoidali ed una parte della porzione posteriore della circonvoluzione parietale inferiore (piega curva, o *girus angularis*).

§ 3.

Bertino Michele è un contadino di robusta costituzione dell'età di anni 37, che nacque in Varisella presso Torino. Il giorno 30 luglio 1877, mentre stava sotto il campanile del suo villaggio, lo colpì sul capo un mattone sfuggito dalle mani di un muratore che lavorava presso il tetto. Bertino sotto l'urto di questo corpo, che pesava circa 3 kilog. e veniva direttamente dall'altezza di 14 metri, cadde a terra privo di sensi. Il chirurgo sig. Ferrero che ebbe più tardi a medicarlo mi scrisse che Bertino fu alzato poco dopo quest'accidente e che sorretto dal parroco si ricoverò nella casa del medesimo, ove fu adagiato sopra di un letto, senza che egli perdesse menomamente nè la parola nè la conoscenza di quanto gli era accaduto.

Bertino invece asserisce di non ricordarsi di nulla, neanche di aver ricevuto un colpo, e crede di aver acquistata conoscenza solo circa un' ora dopo. La memoria più remota che egli conserva di questo accidente si riferisce all'istante che precedette immediatamente il colpo: egli si ricorda che in questo momento stava ritto in piedi sotto il campanile guardando un compagno che immergeva dei mattoni nell'acqua ed egli aspettava per metterli nel cesto. Dopo successe come un periodo di tenebre, e quando rinvenne la coscienza si trovò con sua meraviglia nel letto mentre il chirurgo gli teneva dinnanzi agli occhi un orologio e lo pregava di dirgli quante ore fossero. Bertino asserisce che da questo momento, anche durante la medicazione, egli ebbe sempre libera l'intelligenza: come lo prova la memoria di molte particolarità che vennero pure confermate dal chirurgo e da altri testimoni. La ferita lacero-contusa fatta nella parte superiore della fronte aveva una forma irregolarmente triangolare, era lunga 7 cent. e larga 4, ed era accompagnata da una frattura comminutiva delle ossa del cranio. Il chirurgo che lo medicava poche ore dopo estrasse dalla ferita alcuni pezzi di mattone, uno dei quali aveva la grossezza di una nocciola comune. Levò pure dalla ferita un pezzo di cappello largo quanto una moneta di 5 centesimi, e circa 7 frammenti di osso appartenenti al tavolato esterno e interno del cranio. L'emorragia non fu grave. Dopo aver lavato bene la ferita il chirurgo dice di aver osservato sul fondo della medesima la dura madre lesa dai frammenti ossei infitti e pulsante pei movimenti del cervello. Bertino ci assicura che la motilità e la sensibilità degli arti e di tutte le parti del corpo si conservò sempre come la sua intelligenza completamente inalterata. La cura fu molto semplice consistendo in semplici irrigazioni e lavature di acqua tiepida fenicata con applicazione a persistenza di una vescica di ghiaccio sulla breccia fatta nel capo.

L'infiammazione alla superficie fu molto limitata, benchè la suppurazione delle parti profonde fosse piuttosto abbondante. Nella storia clinica trasmessami dal chirurgo Ferrero, fra gli accidenti degni di menzione, trovo che Bertino volendo alzarsi dal letto nel settimo giorno di cura, cadde percuotendo il capo contro il muro. Avendo egli dovuto sospendere le sue visite, a richiesta dell'ammalato che voleva medicarsi da sè, accadde due volte che la suppurazione radunatasi, come egli dice, fra la dura madre e la volta del cranio abbia dato luogo a fenomeni di pressione cerebrale che bentosto scomparivano con una adatta medicazione. Il giorno 9 agosto con le pinze da medicazione il chirurgo Ferrero estrasse un pezzo della dura madre

necrosata che faceva da tappo nell'apertura del cranio, ed in questa circostanza egli dice che dopo avere lavato bene la ferita potè scorgere decisamente la massa cerebrale ed in essa un foro della grossezza di una nocciola selvatica. Il chirurgo Ferrero per avvicinare i bordi della ferita cutanea vi fece un punto di sutura e verso la fine di agosto estrasse dalla ferita altri frammenti di osso.

Dopo essere rimasto 24 giorni in letto, Bertino si alzò per andare nel vicino paese di Lanzo, dove si fece vedere dal medico dell'ospedale e poi si recò a visitare il medico di Fiano, che è un altro paese vicino a Varicella; e solo dopo le premure fattegli da tutti questi medici si decise di venire a Torino. Il giorno 27 settembre, circa due mesi dopo l'accidente, Bertino entrava nell'ospedale di s. Giovanni. Egli presenta al lato destro del cranio e nella parte superiore della fronte, circa un centimetro distante dalla linea che dalla base del naso divide per mezzo il frontale, una soluzione di continuità del cuoio capelluto e della teca craniana di forma regolarmente rotonda con un diametro di circa 25 mm. Questa breccia del cranio suppongo sia in prossima vicinanza della sutura del frontale col parietale, perchè il suo margine posteriore si trova forse 25 mm. distante da una linea che unisce i due tubercoli della faccia esterna dell'apofisi zigomatica, ed il suo margine anteriore a 85 mm. dal mezzo dell'arcata orbitaria. La pelle aderisce tutto all'intorno al foro della cavità craniana, che presenta un fondo imbutiforme, della profondità di circa 3 cent. Questa cavità è tappezzata da una membrana di colore rosso vivo con granulazioni poco sporgenti. Messo l'ammalato in posizione supina col capo orizzontale, la cavità del cranio si impiccolisce tanto da non presentare più che una leggera infossatura profonda forse 5 mm. Il fondo della medesima quando l'ammalato è seduto, o sta ritto in piedi presenta delle pulsazioni sincrone col polso della radiale. Per misurare la capacità di questa ferita del cranio riempio di acqua tiepida un cilindretto graduato e trovo che mentre l'ammalato sta seduto e tranquillo, per colmarne l'apertura devo versare cinque centim. cubici di acqua. Essendo già trascorse forse 4 ore dopo la medicazione, si era accumulato sul fondo una certa quantità di pus che non mi curai di allontanare; visto che la capacità di questa ferita era variabile per molte circostanze che conosceremo più tardi.

La secrezione del pus era abbondante e se lasciavasi accumulare nella cavità del cranio gli dava un senso di peso al capo. L'ammalato si alzava ogni giorno e camminava continuamente per le sale e nel giardino. Il dott. De Paoli che lo curò, notava nella sua storia clinica come Bertino non avesse perduto nulla dal lato dell'intelligenza, della parola, della memoria e della motilità o sensibilità: quantunque avesse sempre nel volto un'espressione di diffidenza e di timore. L'ammalato si fermò solo circa un mese nell'ospedale di s. Giovanni e fu nell'ultima settimana che io, invitato dal dott. De Paoli, potei con lui eseguire le osservazioni che sono riferite in seguito; osservazioni che vennero interrotte dalla improvvisa partenza dell'ammalato il quale volle uscire dall'ospedale per tornare al paese colla sua famiglia.

Circa 18 mesi dopo che io avevo fatte le osservazioni contenute nei seguenti capitoli, gli scrissi a Varicella pregandolo di venire a Torino perchè desideravo di vederlo. Egli giunse immediatamente il 29 marzo 1879 e mi disse che era sempre stato bene. Quindi mi raccontava che un mese dopo aver abbandonato l'ospedale

egli sentivasi nuovamente capace di sostentare la sua famiglia composta della moglie e di due bambini, e che riprese attivamente i suoi lavori di contadino senz' altro incomodo, come egli dice, che quello di « *accorgersi che il cervello veniva in su* » quando fa uno sforzo oppure si piega all' innanzi. La cicatrice presenta un infossamento con un diametro trasverso diretto dal margine esterno dell' orbita al punto della sutura sagittale di circa 25 mm. e con un altro diametro perpendicolare a questo di 20 mill. Queste misure vennero prese sul fondo della cavità: i bordi sono però alquanto svasati. Il fondo è distante mezzo centimetro dal piano che passa alla superficie dei bordi della breccia, esso è liscio è duro; e resiste sotto la pressione come se si trattasse di un osso: ma evidentemente vi era qui semplicemente una cicatrice di natura fibrosa, perchè durante una profonda espirazione esso poteva elevarsi e pulsare come vedremo in seguito.

Bertino dopo che lasciò l'ospedale non ebbe mai a soffrire nulla eccettochè nell'aprile del 1878 in cui dice di avere avuto una specie di svenimento. Nel mezzo della notte la sua moglie che dormiva con lui s' accorse della sua respirazione rumorosa e chiamatolo per svegliarlo trovò che egli aveva perduto la coscienza e la parola. Dopo alcuni minuti egli ritornò in se stesso e si sentì stanco ed abbattuto colle gambe e le braccia affaticate e dolenti. Bertino mi assicurò ripetutamente che quanto ai suoi lavori, egli non si accorgeva punto di aver ricevuto questo grave colpo al capo: la sola differenza che egli notava nel proprio carattere era di essere divenuto più timido: per cui mentre prima era coraggioso e sentivasi inclinato a mettersi frammezzo alle risse e attaccar brighe, ora si teneva sempre in disparte dai compagni per tema, come egli diceva, che non gli capitasse qualche altro brutto colpo; e tutto gli faceva paura. La figura 2 è la riproduzione di una fotografia che feci fare a Bertino nell'ultima visita del marzo, circa un anno e mezzo dopo l'accidente. La resistenza della cicatrice è così grande, che con due timpani coniugati molto sensibili non si vede alcuna pulsazione quando Bertino è tranquillo. Solo nei profondi movimenti del respiro cambia il livello della cicatrice e si osservano delle oscillazioni nel tracciato.

CAPITOLO II.

Descrizione degli apparecchi che mi servirono per registrare il polso del cervello e di altre parti del corpo.

§ 1.

La trasmissione dei movimenti per mezzo dell'aria coi *timpani coniugati* di Buisson (che sono più generalmente conosciuti col nome di Marey), costituisce fino ad ora il mezzo più semplice e sicuro per riprodurre a distanza i movimenti del polso, senza alterarne troppo la forma. I tentativi che ho fatto con altri metodi per studiare la circolazione del sangue nel cervello, mi dimostrarono che la trasmissione dei movimenti di quest'organo per mezzo di un liquido produce troppe resistenze e

rende incostante la pressione. Il metodo, che si affaccia prima di ogni altro alla mente è di applicare una leva leggera sulla parte pulsante del cervello: questo metodo che sarebbe il più semplice di tutti, non è effettuabile nella pratica, perchè i movimenti inevitabili del capo rendono incerta ed impossibile la registrazione prolungata di fenomeni che bisogna seguire per un certo tempo.

Nella prima serie di osservazioni che ho fatto col prof. Giacomini su Caterina X, i cambiamenti di volume del cervello vennero scritti per mezzo di un esploratore a tamburo di Marey coniugato con un timpano a leva (1).

Trattandosi di un apparecchio che viene usato spessissimo dai fisiologi e dai clinici per scrivere l'impulso del cuore, ne tralascio la descrizione, e rimando chi avesse desiderio di maggiori spiegazioni al libro del Marey dove se ne tratta estesamente. Dirò solo che la campanella di legno esterna veniva fissata sul capo in modo che il bordo della medesima poggiasse per due punti opposti sul margine osseo e resistente della breccia, mentre il bottone del timpano rimaneva sollevato. Per mezzo di una fasciatura crociata la campanella veniva fissata sul capo, e quindi si abbassava per mezzo della vite superiore il timpano, fino a che col suo bottone toccasse leggermente la superficie della cicatrice dove apparivano più forti le pulsazioni del cervello.

I movimenti di quest'organo trasmessi al bottone ed all'aria contenuta nella cavità del timpano si comunicavano al timpano registratore, che li scriveva sulla carta infumata di un cilindro girante.

In questo primo studio incontrammo delle gravi difficoltà nella tecnica. Siccome il tempo stringeva, ricorremmo al cardiografo di Marey. Fra le difficoltà che resero inutili i tentativi fatti con altri metodi, mi basta ricordare che i movimenti erano trasmessi alla dura madre inspessita e ricoperta da granulazioni, in mezzo ad una piaga limitata da ossa necrosate e da folti capelli, che per riguardi dovuti all'ammalata non volemmo tagliare.

L'apparecchio che adoperai col dott. Albertotti per studiare i movimenti del cervello nel giovane Thron era molto più semplice. Una lamina di guttaperca dello spessore di circa 4 mm. vien tagliata in forma circolare col diametro di 12 centim.: riscaldata leggermente si adatta sul capo dopo aver raso i capelli intorno alla cicatrice in modo che essa raffreddandosi vi si modelli sopra con esattezza. Nel mezzo della forma di guttaperca si fece una cupola abbastanza elevata, perchè la cicatrice anche nei più forti rigonfiamenti del cervello non ne toccasse le pareti. Sul vertice della cupola fissai un piccolo tubo di vetro lungo 6 centim. del diametro di 6 mm. Per far aderire bene la forma di guttaperca intorno all'apertura del cranio essa veniva riscaldata leggermente sopra una lampada a spirito.

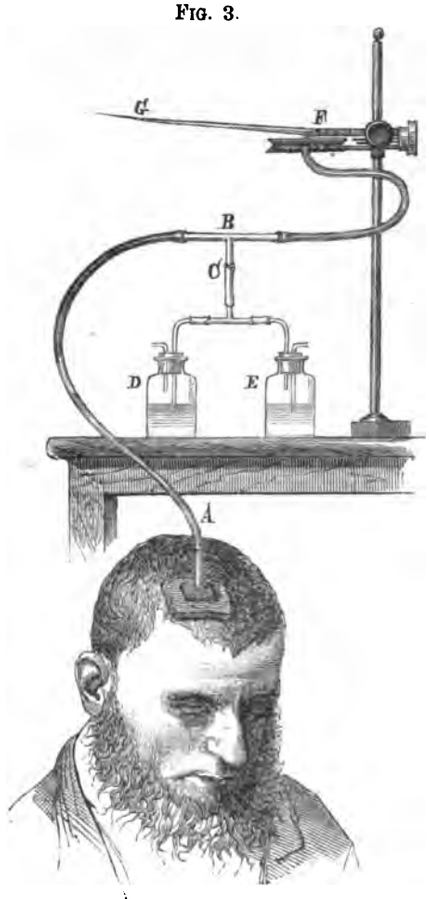
§ 2.

I tracciati ottenuti con questo metodo sono migliori di quelli che prendemmo su Caterina X, perchè in questo apparecchio venne eliminata la resistenza della membrana elastica e della molla metallica che trovasi nell'esploratore a tamburo, o cardiografo di Marey.

(1) Marey, *Travaux du laboratoire* ecc. 1875 p. 32.

Per una mera accidentalità gli ammalati di cui ho riferito la storia mi si presentarono successivamente con delle condizioni sempre migliori per una registrazione esatta dei movimenti cerebrali; al punto che Bertino ebbe per qualche tempo il tipo ideale di una lesione del cranio atta a studiare i movimenti del cervello: ed io sono d'avviso che anche volendolo si riesca difficilmente a produrre negli animali un' apertura migliore. Infatti nella trapanazione del cranio, come notò giustamente il sig. Salathé (1) si incontra spesso una difficoltà insuperabile per la registrazione dei movimenti cerebrali. Il cervello rigonfiandosi viene a toccare le pareti del cranio e ne chiude l'apertura fatta col trapano. Così che appena incominciata un'esperienza dopo aver scritto delle pulsazioni molto distinte, queste vanno indebolendosi successivamente finchè scompaiono del tutto.

Fig. 3.



Disposizione dell' apparecchio adoperato per scrivere il polso del cervello sopra Bertino.

In questi casi se si svita il tubo impiantato nel cranio, si trova che il cervello produsse un'ernia che oltrepassa i bordi dell'apertura e la chiude completamente. Un simile ostacolo non poteva presentarsi in Bertino, perchè sotto l'apertura del cranio esisteva una escavazione nel cervello della capacità di 5 cent. cub., che anche nei più forti aumenti di volume del cervello non veniva colmata.

L'apertura del cranio trovandosi in Bertino alla regione frontale con un diametro di 20 mm. e i bordi uniformi, bastò per chiuderla di mettervi sopra una lamina di guttaperca che portava nel suo mezzo un tubo di vetro, il quale metteva in comunicazione l'aria della cavità cerebrale col timpano registratore FG, come è indicato nella figura 3. Riscaldandone leggermente i bordi, o spalmandone con un po'di grasso la superficie inferiore, essa aderiva tanto alla pelle da non esservi alcun pericolo di una fuga d'aria.

Quest'apparecchio semplicissimo che funzionava molto bene per scrivere le pulsazioni del cervello e i mutamenti poco considerevoli del suo volume, era insufficiente per le esperienze in cui era più considerevole l'aumento del volume.

Così ad esempio vedremo per l'influenza del nitrito di amilo e nella congestione cerebrale, la membrana del timpano registratore venire di tanto sollevata che la leva

(1) *Recherches sur les mouvements du cerveau.* Paris 1877 pag. 74.

non tocca più il cilindro. Per poco che si abbia pratica di simili esperienze si sa come in queste condizioni non conviene muovere l'apparecchio, od abbassare la leva, o fare altre manipolazioni che deformano i tracciati e alterano la parte grafica: perchè ritornando poi a diminuire il volume del cervello non si possono ripristinare le condizioni dell'esperienza.

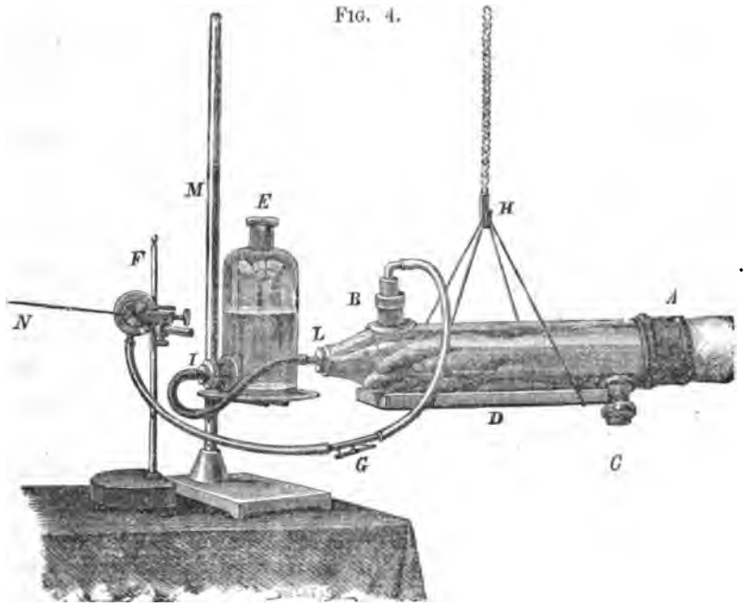
Per registrare i movimenti del cervello sotto una pressione costante, senza privarmi nello stesso tempo del modo di misurare con sufficiente esattezza il valore delle variazioni che succedono nel volume del cervello, pensai di unire il tubo che andava al timpano con due valvole di Müller DE, come è indicato nella precedente figura.

Quando aumentava la pressione dell'aria nel tubo AB, usciva una bolla dal vaso D: e quando diminuiva il volume del cervello penetrava nella boccia E dell'aria dall'esterno. Io poteva contare queste bolle, e dopo vedere a quanto esse corrispondevano. Il più delle volte non era necessario che io od un assistente facessimo questa enumerazione, perchè l'uscita o l'entrata di ogni bolla imprimeva una scossa a tutta l'aria del sistema e rimaneva così una traccia visibile sul tamburro.

§ 3.

Il polso del braccio lo scrissi sempre per mezzo del mio idrosfigmografo (1). Questo strumento mi fu tanto più utile nello studio comparativo della circolazione

Fig. 4.



Idrosfigmografo.

nel cervello e nell'antibraccio dell'uomo in quanto che le condizioni dell'esperienza e il metodo della registrazione rimanevano identici per entrambi gli organi.

L'idrosfigmografo consta di un cilindro di vetro A B figura 4, come quelli che

(1) *Sulle variazioni locali del polso.* R. Accademia delle scienze di Torino, novembre 1877.

adopero pel mio pletismografo (¹). Introduco l'antibraccio nel cilindro AB e lo chiudo presso il gomito con un manicotto A di gomma elastica, come faccio col pletismografo. Sospendo l'apparecchio alla volta della stanza per lasciare liberi i movimenti del corpo. Per la sospensione mi servo di una catenella di ferro H, nei cui anelli, per mezzo di un piccolo uncino metallico, fisso l'apparecchio all'altezza voluta. Riempio quindi il cilindro AB con acqua tiepida fino alla base dell'imboccatura B, larga oltre 20 mm. Ad ogni contrazione cardiaca, nel momento in cui penetra una ondata di sangue nell'antibraccio, si produrrà un aumento di volume nel medesimo, che solleverà il livello dell'acqua nell'imboccatura B. L'aria contenuta nello spazio soprastante verrà leggermente compressa, e per mezzo di un tubo di gomma elastica, verrà trasmesso questo movimento ad un timpano F di Marey, che scrive colla sua leva N le singole pulsazioni sopra la carta affumicata di un cilindro rotante.

Senza questo nuovo sfigmografo non mi sarebbe stato possibile di paragonare continuamente la forma del polso del cervello con quello dell'antibraccio. I nuovi fatti da me osservati nella circolazione sanguigna dell'uomo li devo essenzialmente a questo metodo della registrazione continua: ed il loro valore poggia sulla identità del metodo che mi servì per scrivere contemporaneamente il polso dell'antibraccio e del cervello.

L'antibraccio introdotto nel cilindro di vetro dell'idrosfigmografo che viene riempito di acqua, rappresenta infatti un organo immerso in un liquido e chiuso dentro una cavità resistente; come è appunto il cervello nella cavità del cranio col liquido cefalorachideo. La corrispondenza è completa. E l'apertura dell'idrosfigmografo dove si rendono percettibili i cambiamenti di volume dell'antibraccio è analoga all'apertura esistente nel cranio, che mettiamo in comunicazione col timpano registratore.

Il polso della gamba venne scritto per mezzo di uno stivale di latta costrutto sul medesimo principio dell'idrosfigmografo. La figura e il modo di applicare questo apparecchio verranno indicati in un prossimo capitolo. Lo sfigmografo di Marey mi servì solo per alcune osservazioni di confronto. Dal paragone che ho fatto più volte dei tracciati ottenuti con questi due metodi di registrazione, potei convincermi, che se non era del mio idrosfigmografo, non sarei riuscito a ravvicinare i fenomeni della circolazione del cervello con quelli di altre parti del corpo; tanto le pulsazioni cerebrali sono differenti nella loro forma dal tipo più comune delle curve che si ottengono nell'arteria radiale per mezzo dello sfigmografo di Marey.

Oltre al difetto della registrazione continua, oltre la difficoltà di un'applicazione sempre identica, e la mancanza della pressione costante, che rende inadatto lo strumento di Marey per osservazioni prolungate ed esperienze di confronto, mi accorsi nelle mie ultime indagini sul polso, che lo sfigmografo di Marey deforma notevolmente le pulsazioni per mezzo della resistenza della molla metallica, per cui mancano nei tracciati molte particolarità che osservansi nel polso cerebrale e che compaiono nel braccio, quando noi ci serviamo dell'idrosfigmografo che è più sensibile.

Lo sfigmografo più semplice di tutti è quello che descrissi nella mia Memoria

(¹) I cilindri di vetro vengono somministrati dalla fabbrica Greiner e Friedrichs in Stützerbach (Thüringen). I manicotti di gomma elastica dalla fabbrica Pirelli e Casassa, Milano.

Sul polso negativo. Ciascuno può costruirselo da sè, ed io me ne servii spesso per ricerche di controllo sulla forma del polso nell'uomo. Esso consiste in un semplice tubo di vetro che attraversa un tappo della grossezza di un'oliva. Spalmato questo tappo con grasso lo si introduce in una narice, e si tura l'altra colle dita, premendo leggermente. Messo il tubo in comunicazione con un timpano a leva di Marey, sospendendo il respiro mentre è chiusa la glottide si scrive molto bene il polso delle piccole arterie che stanno nella mucosa del naso e della faringe. Coprendo il timpano con una membrana molto sottile, le resistenze di trasmissione divengono più piccole che in qualsiasi altro sfigmografo e si ottengono dei buoni tracciati come vedremo nel seguente capitolo.

I cambiamenti di volume dell'antibraccio vennero registrati col pletismografo che ho descritto nella Memoria: *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo.* Accademia delle scienze di Torino, novembre 1875. Il prof. Cyon diede le indicazioni necessarie per l'uso del pletismografo nella sua *Methodik* 1876 pag. 557.

Noto a scanso di ripetizioni che tutti i tracciati i quali si trovano in questa Memoria sono scritti da sinistra a destra. Quanto alla esattezza delle figure dirò che i tracciati originali vennero prima fotografati sul legno e quindi incisi colla più scrupolosa fedeltà in tutti i loro dettagli. Le tavole vennero eseguite per mezzo della fotozincografia dal Comitato topografico militare di Firenze. Sono gratissimo al mio amico sig. Capitano Botto per l'interesse da lui preso alla riproduzione fotografica dei tracciati contenuti nelle sette tavole unite a questa Memoria.

CAPITOLO III.

Generalità sulla forma del polso.

§ 1.

Nessuna parte del corpo presenta un polso tanto variabile nella sua forma quanto il cervello. Volendo definire con una sola parola il polso di quest'organo nella sua forma più frequente, dirò che esso è di forma *tricuspidale.* Adopero la parola *tricuspide* nel senso più comune: e intendo con ciò che nel polso vi sono tre elevazioni, di cui la più alta sta nel mezzo e le altre due sorgono immediatamente ai lati. La differenza tra questa forma di polso e quella che dopo Marey venne da tutti i fisiologi ritenuta come normale pei grossi tronchi arteriosi, è talmente cospicua, che nelle mie prime osservazioni per poco non fui tentato di ammettere che il cervello avesse un tipo di polso tutto suo speciale.

Le indagini fatte per assicurarmi se altre parti del corpo messe in condizioni favorevoli potessero dare una forma di polso analoga a quella del cervello, riuscirono felicemente. Dimostrerò in questo capitolo che nell'antibraccio, nella carotide e nella cavità del naso si può avere una forma di polso identica a quella del cervello: e giacchè il modo con cui si dispongono le tre elevazioni sulla curva sfigmica

varia per molte condizioni, esporrò i mezzi di cui mi sono servito per produrre a piacimento queste variazioni.

Per non accrescere la confusione mi astenni per quanto mi fu possibile dall'introdurre nomi nuovi, ed accetto le denominazioni quali vennero proposte dagli autori che si occuparono più recentemente di questo soggetto. Distingueremo perciò con Landois (1) in ciascuna curva del polso la parte ascendente, il vertice, e la parte discendente, e chiameremo ancora con Landois *anacrotiche* le elevazioni che si osservano nella parte ascendente e *catacrotiche* quelle altre che appaiono nella parte discendente. Servendomi di queste denominazioni introdotte dal Landois, chiamerò *pulsazione anacrotica* quel tracciato del polso che presenta solo delle elevazioni anacrotiche, e corrispondentemente chiamerò *pulsazione catacrotica* quello dove tutte le elevazioni si mostrano nella parte discendente della curva. Trammezzo a questi due tipi di pulsazioni vi sta la *tricuspidale,* ossia quella forma di polso dove presso l'apice, accanto ad una elevazione mediana più alta, si trova ai due lati una elevazione più bassa. La terminologia diventa più difficile quando si deve dare un nome alle singole elevazioni anacrotiche e catacrotiche su cui deve fissarsi la nostra attenzione. I nomi di polso dicroto e tricroto non essendo più sufficienti senza generare confusione, Landois diede alla più importante di queste elevazioni il nome di *Rückstoss-elevation*. Essa sorge circa nel mezzo della parte discendente della curva e prima si chiamava *elevazione dicrotica*. Le altre elevazioni più numerose e più piccole che appaiono nella curva del polso, Landois le chiama *elevazioni per elasticità*, e le segnò nella figura 35, pag. 187 del suo manuale colla lettera *e*. Altre volte, e senza dare delle ragioni che a parer mio resistano alla critica, egli preferisce di segnarle colla lettera *k* ed in questo caso dice che sono elevazioni prodotte dalla chiusura delle valvole semilunari dell'aorta: come si vede in parecchi dei frammenti riportati nella figura 35.

L'etimologia di questi nomi includendo un concetto causale, la loro sorte è legata al valore della teoria di Landois; ed essi sono nel pericolo di venire dimenticati, qualora non si verifichi che il dicrotismo sia prodotto da un'onda che rimbalza e che le altre elevazioni siano provenienti dall'elasticità.

Credo di non essere troppo severo se ritengo che fino ad oggi non venne ancora spiegato coll'esattezza che è necessaria nelle cose scientifiche l'origine e l'essenza dei fenomeni sfigmici. Essendo convinto che le esperienze di cui sono pieni i libri sulla circolazione, costituiscono piuttosto dei tentativi anzichè un'analisi rigorosa dei fenomeni osservati nella curva del polso, spero mi sia permesso di rifiutare in via di precauzione dei nomi che includono già la spiegazione di fatti non ancora bene conosciuti.

Trattandosi di un fisiologo distinto come Landois, le cui opinioni vennero generalmente accettate in Germania, mi piace di ricordare come io non sia il solo che abbia combattuto la sua teoria dell'onda di rimbalzo. Dopo la Memoria che stampai nel 1877 (2) Heynsius e Moens che si occuparono con molta diligenza e

(1) *Lehrbuch der Physiologie* 1879 pag. 135.

(2) *Sulle variazioni locali del polso nell'antibraccio dell'uomo.* R. Accademia delle scienze di Torino, novembre 1877.

successo di questo argomento, pubblicarono nel 1878 una interessantissima Memoria *sulla curva del polso* (1) in cui dimostrarono che la spiegazione data dal Landois dell' elevazione dicrotica sia inesatta. Io soggiungo di più e spero che nessuno vorrà farmi carico di simile confessione che per me la teoria di Landois della *Rückstoss-elevation* è incomprensibile.

Uno dei fatti che mi hanno messo in grave imbarazzo nella scelta dei nomi con cui differenziare le varie elevazioni che osservansi nelle curve sfigmiche è questo, che il tipo normale del polso, quale risulta dalle mie indagini sul cervello e su altre parti del corpo, è differente dal tipo del polso che venne generalmente accettato fino ad ora come il più comune. L'anacrotismo è secondo me un fenomeno fisiologico che, date certe condizioni, si osserva in tutti, senza che vi sia alcuna traccia di insufficienza aortica o di aneurisma dell' aorta come credevasi generalmente. E noi possiamo con diversi processi rendere il polso anacrotico, o catacrotico senza che si modifichino per ciò i movimenti del cuore.

Spero di poter più tardi dimostrare che (eccettuato il ritmo e talora anche l'altezza che dipendono dal cuore) tutte le note caratteristiche il polso le prende dal sistema vasale, dove a seconda dello stato in cui si trovano le pareti dell'albero arterioso viene differentemente modificata l'onda sanguigna lanciata dal cuore.

Svolgerò questo concetto in un prossimo lavoro su cui ho già raccolto un discreto numero di esperienze fatte con vari metodi. Per ora mi basta di aver accennato lo stato della questione. Benchè mi accosti molto alle opinioni emesse recentemente da Heynsius e Moens intorno alla natura del dicrotismo, mi riserbo nel mio prossimo lavoro intorno alla natura dei fenomeni sfigmici di fare loro alcuni appunti.

L'elevazione dicrotica secondo Heynsius e Moens non è prodotta da una riflessione, ma è semplicemente un' onda di chiusura: ed essi vi hanno dato infatti il nome di *Schliessungswelle*. Per quanto io ammiri l'esattezza con cui vennero condotte le indagini di Heynsius e Moens e riconosca volentieri il merito che essi ebbero di dare un nuovo impulso allo studio esatto dei fenomeni sfigmici, devo però confessare che io non avrei il coraggio di trarre troppe deduzioni dai fenomeni che essi osservarono nell' apertura e nella chiusura di due vasi comunicanti per mezzo di un tubo elastico. Io temo: 1° che le pareti del tubo su cui essi fecero le loro osservazioni fossero troppo estensibili in confronto dell' aorta e delle arterie: 2° che le pressioni fossero relativamente piccole: 3° troppo distanti i due fattori dell'onda, cioè l' apertura e la chiusura della chiavetta che rappresenta le valvole.

Per queste ragioni, unicamente in via di prudenza, credo conveniente di non accettare il nome di onda di chiusura data alla elevazione dicrotica. Mi terrò saldo ai vecchi nomi fino a che la teoria di Heynsius e Moens non venga confermata con nuove e più evidenti esperienze.

Il nome di elevazione dicrotica oltre alla priorità ha il vantaggio di non includere un concetto causale e di lasciar libero il campo alla discussione. L' elevazione che compare fra la prima e la dicrotica, e che Landois designò talvolta col nome K, facendola derivare dalla chiusura delle valvole semilunari, questa elevazione ricevette

(1) *Die Pulscurve* von D.r Isebree Moens. Leiden 1878.

da Heynsius e Moens il nome di elevazione S. In omaggio ad Heynsius accetto volentieri il nome di elevazione S, e credo giusta questa preferenza, perchè egli fu il primo che abbia applicato in modo costante il medesimo nome alla medesima elevazione.

Sono io pure d'avviso che questa elevazione non dipenda, come vuole Landois, dalla chiusura delle valvole semilunari: perchè da una serie di esperienze che instituii sui rapporti dei suoni del cuore colle elevazioni della curva sfigmica, non mi riuscì di conoscere un rapporto costante fra queste due serie di fenomeni.

§ 2.

La forma tricuspidale del polso non è esclusivamente propria del cervello, ma noi la troviamo frequente anche nell'antibraccio, nella carotide e nei grossi vasi che stanno nella cavità del torace. Il polso tricuspidale è un fenomeno che dipende dallo stato dei vasi: infatti quando si produce una contrazione delle loro pareti noi osserviamo che il polso da anacrotico diventa catacrotico.

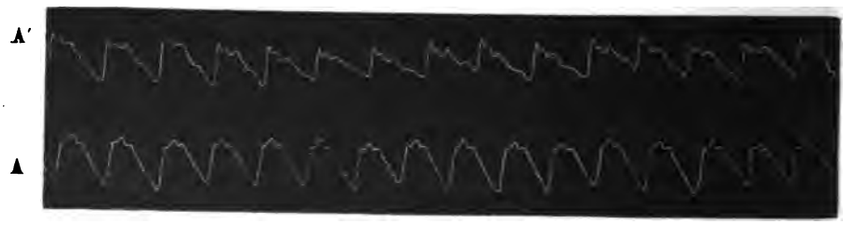
Fig. 5.

Modificazioni del polso del cervello per una contrazione dei vasi sanguigni.

Ecco un esempio delle successive trasformazioni che subisce la forma del polso nel cervello per una contrazione dei vasi sanguigni di quest'organo. Il presente tracciato, come tutti i successivi scritti dal cervello, furono ottenuti coll'apparecchio descritto nel capitolo secondo.

Il polso dell'antibraccio può avere una forma identica a quella del cervello e presentare spontaneamente delle trasformazioni identiche, come si vede nella figura 6. La linea A rappresenta il polso dell'antibraccio del sig. Caudana mentre stava coricato e pronfondamente tranquillo. La linea superiore A′ venne scritta un minuto dopo, mentre io gli rivolgo la parola.

Fig. 6.



A *Polso dell'antibraccio nello stato di profonda tranquillità.* — A′ *Polso dell'antibraccio della medesima persona durante l'attività cerebrale.*

Per misurare quanto fosse grande la contrazione dei vasi in simili trasformazioni del polso, ho misurato nel sig. dott. Cervello, per mezzo del pletismografo unito all'idrosfigmografo, il valore della diminuzione di volume nell'antibraccio.

Noi troviamo che mentre il suo polso era tricuspidale nello stato di riposo, fig. 7. linea A, divenne fortemente catacrotico per una inalazione di ammoniaca. Le pulsazioni che nel tracciato A presentano una forma catacrotica corrispondono alla inspirazione. Nel minuto successivo, quando il volume dell'antibraccio era diminuito di 16 cent. cubici, il polso aveva la forma indicata nella linea A'.

FIG. 7.

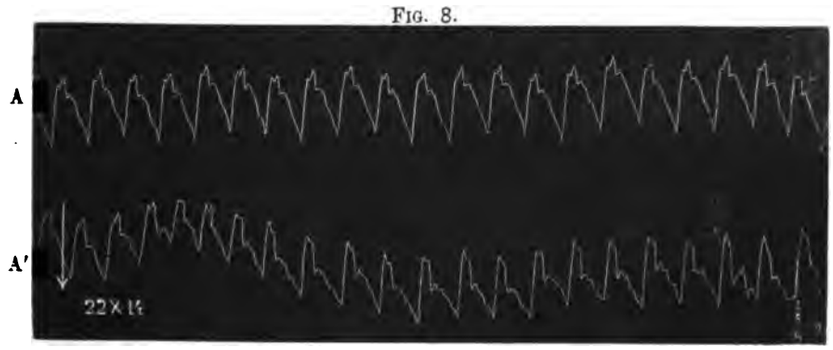
A *Polso dell'antibraccio nello stato normale.* — A' *Modificazione del polso dovuta all'inalazione di ammoniaca.*

La contrazione dei vasi andò più oltre, cosicchè osservai in un minuto un abbassamento del volume di oltre 20 cent. cubici. Questa esperienza è interessante anche dal punto di vista farmacologico. Io la ripeto da più anni nella scuola per dimostrare l'azione dell'ammoniaca sui vasi sanguigni, e dare una ragione evidente delle applicazioni che se ne fa nei casi più comuni. Un rimedio che in così breve spazio di tempo produce il passaggio di oltre 20 cent. cubici di sangue dal solo antibraccio verso le parti più interne del corpo, deve naturalmente essere un sussidio efficace quando si tratta di spingere il sangue dalla periferia del corpo verso i centri per attivare la circolazione e ristabilire le funzioni dei centri nervosi.

§ 3.

L'attività cerebrale è uno dei mezzi con cui si può trasformare facilmente il polso anacrotico in catacrotico. Basta a tale scopo di aspettare che la persona su cui facciamo le nostre esperienze sia profondamente tranquilla e quindi di proporgli una questione qualsiasi, come ad esempio la soluzione mentale di un problema di aritmetica.

FIG. 8.

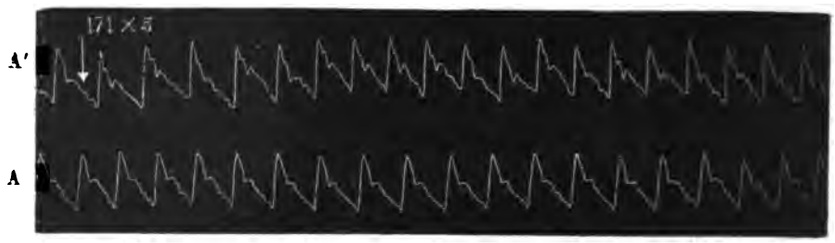


A *Polso dell'antibraccio.* — A' *Modificazione del medesimo per effetto dell'attività cerebrale.*

Ecco un tracciato preso sull'antibraccio dello studente di medicina sig. Riva coll'idrosfigmografo. Nella linea A, fig. 8, il polso è tricuspidale. In ↓ gli dico di moltiplicare 22×14; il polso diventa più piccolo e più frequente e quindi succede una notevole diminuzione nel volume dell'antibraccio in cui la frequenza dei battiti cardiaci è leggermente diminuita. Il profilo della curva è divenuto catacrotico.

Quando nel polso dell' antibraccio non è visibile l'elevazione S, basta di far contrarre i vasi perchè essa comparisca. Ecco un esempio di questa trasformazione ottenuta coll'attività cerebrale, nel tracciato A' fig. 9.

Fig. 9.



Comparsa dell'elevazione S *nel tracciato del polso, linea* A', *per effetto dell'attività cerebrale.*

Nello stesso sig. Riva trovo che il polso dell'antibraccio nella profonda quiete è catacrotico: tracciato A. Gli propongo in ↓ di moltiplicare 171×5: tracciato A'. La contrazione dei vasi che si produce durante l'attività del cervello è accompagnata dallo sviluppo della elevazione S che prima non era percettibile.

Vedremo nel capitolo intorno al sonno che una delle condizioni per constatare come tipo normale del polso la forma a tricuspide è la quiete profonda della persona soggetta all'osservazione. Appena il cervello entra in attività, o noi passiamo dal sonno alla veglia, immediatamente si trasforma il profilo delle pulsazioni tanto nel cervello quanto nell'antibraccio: e si ristabilisce nuovamente la forma tricuspidale quando ritorniamo alla quiete di prima.

§ 4.

Nel mio lavoro *sulle variazioni locali del polso* vi è un intero capitolo intorno alla forma del polso a digiuno e dopo colazione. La differenza è generalmente così grande, che i tracciati presi a digiuno o dopo il pasto si distinguono anche guardandoli superficialmente. Per dare un esempio della grande facilità con cui l'occhio percepisce le note caratteristiche del polso, dirò che scorrendo in fretta i fogli della mia collezione di tracciati, distinguo subito senza dover leggere in margine, o cercare nel giornale, quelli che vennero scritti nel mattino o nel pomeriggio, dopo la colazione ed il pranzo.

Non parlo qui della differenza nel ritmo perchè si sapeva già da tempo immemorabile che il cuore dopo il pasto si contrae con maggior frequenza di prima. La nostra attenzione deve prendere di mira esclusivamente la forma del polso, e limitarsi al modo con cui sono disposte le tre elevazioni sopraccennate. Ora, fatte

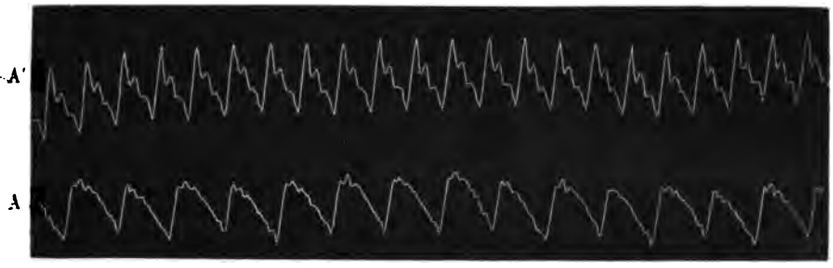
poche eccezioni, si può stabilire che a digiuno la forma del polso è tricuspidale e che dopo il pasto diventa catacrotico.

Fig. 10.

Prof. Pagliani; A *Polso dell'antibraccio a digiuno.* — A' *Polso della medesima persona dopo colazione.*

Dei molti esempi che potrei riferire in riguardo ne scelgo due che presi sopra il prof. Pagliani, fig. 10, e il dott. Albertotti, fig. 11, un giorno che li invitai a far colazione con me nel laboratorio. Essi erano rimasti digiuni fino al tocco: scrissi prima il tracciato normale a digiuno A. Dopo si fece una buona colazione e trascorsa 1 ora e 30 minuti si scrisse il tracciato A'. Credo inutile di soggiungere che ho preso tutte le precauzioni per allontanare ogni errore che potesse dipendere da una differenza nell'applicazione dell'idrosfigmografo.

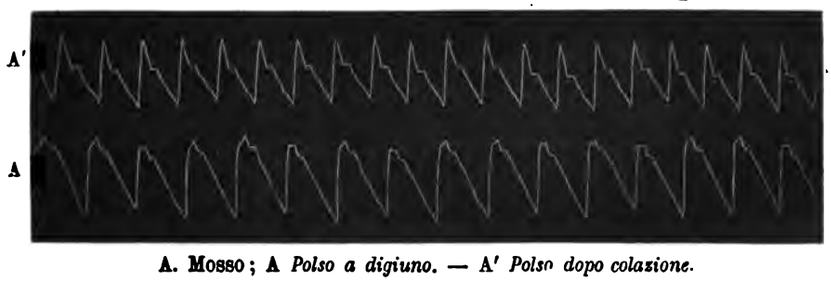
Fig. 11.



Dott. Albertotti; Á *Polso a digiuno.* — A' *Polso dopo colazione.*

Nella stessa circostanza venne pure scritto il polso sopra di me prima e dopo la colazione, fig. 12. La semplice ispezione di questi tracciati basta per dimostrare che vi è una profonda differenza fra il polso a digiuno A e quello dopo colazione B. Il fatto della introduzione copiosa di alimenti nel nostro organismo basta per produrre col loro assorbimento una trasformazione del polso e farlo catacrotico.

Fig. 12.



A. Mosso; A *Polso a digiuno.* — A' *Polso dopo colazione.*

Ho già espresso altrove il convincimento che la causa più importante di questa variazione sia riposta in un aumento del tono delle pareti vasali. Ora abbiamo una conferma di questa opinione nell'analogia che ci obbliga a classificare questo fenomeno fra altri, in cui è indubbiamente contrastata la produzione di una contrazione dei vasi.

Intorno ai mutamenti che subisce il polso del cervello per effetto del cibo, posseggo solo le osservazioni che feci su Bertino il giorno che egli venne nel mio laboratorio. Dopo aver scritto sei fogli col cilindro grande modello di Marey, facciamo una pausa di un' ora. Gli ultimi tracciati scritti a digiuno sono riprodotti nel seguente capitolo intorno all'attività cerebrale, tav. I. Appena suonato mezzogiorno sospendo: levo il braccio di Bertino dal pletismografo, dopo aver segnato con inchiostro sulla pelle del gomito dove si trovava il manicotto, e gli lascio sul capo la placca di guttaperca. Invito Bertino a far colazione con me ed egli mangia abbondantemente pane, salame, formaggio e frutta, e beve due bicchieri di vino bianco di Canelli.

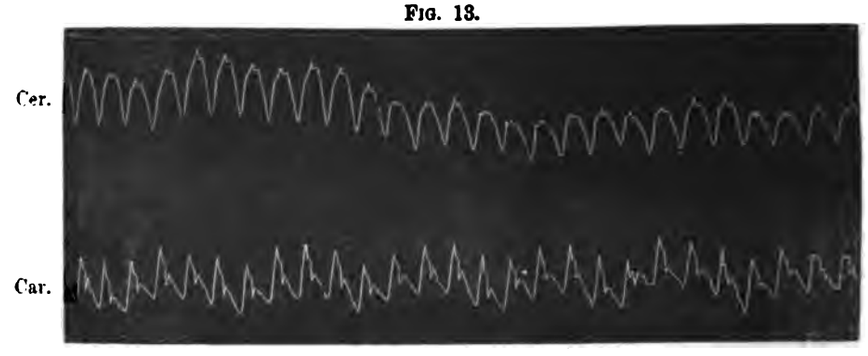
Ad un'ora ricomincio, tav. I. linea 5, mettendomi nelle stesse condizioni di prima, e scrivo 4 altri fogli. Da questi tracciati, di cui pubblico le osservazioni fatte per due minuti successivi, un'ora e mezzo dopo la colazione, risulta in modo evidente che anche il polso del cervello è divenuto catacrotico. Le sue pulsazioni sono più piccole e molto più regolari.

§ 5.

Dissi poco prima che il polso tricuspidale è un fenomeno che dipende dallo stato dei vasi, ora ecco le prove di questa asserzione.

Se noi scriviamo contemporaneamente il polso del cervello e delle carotidi, troviamo spessissimo che nel cervello è tricuspidale, mentre nelle carotidi è catacrotico, come si vede nella seguente figura 13.

Fig. 13.

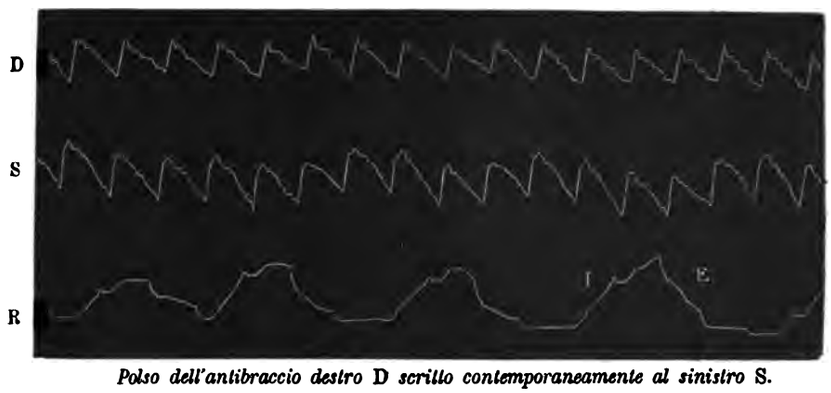


Polso della carotide Car. *scritto contemporaneamente al polso del cervello* Cer.

Questo tracciato ci prova, che l'onda è divenuta tricuspidale passando dal tronco arterioso nelle sue ramificazioni. Così pure se noi scriviamo insieme il polso delle carotidi e dell' antibraccio possiamo persuaderci che il polso tricuspidale è un fenomeno periferico; perchè nella carotide le pulsazioni sono quasi sempre catacrotiche, mentre sono generalmente tricuspidali nel braccio.

Un' altra prova anche più evidente della indipendenza di questa forma del polso dal cuore sta in ciò, che il polso, anche nelle condizioni normali, può essere anacrotico in un braccio e catacrotico nell' altro. Valga il presente esempio, fig. 14, per molti che potrei riferire in proposito.

Fig. 14.



Polso dell'antibraccio destro D *scritto contemporaneamente al sinistro* S.
La linea R *rappresenta il tracciato del respiro scritto nello stesso istante.*

La linea superiore D corrisponde al braccio destro, la seconda S al sinistro e l' ultima R segna i movimenti del respiro scritti contemporaneamente col cardiografo di Marey. Credo quasi inutile soggiungere che prima di ammettere tale differenza nel polso delle due braccia io mi assicurai se persisteva il medesimo fenomeno invertendo i timpani. Durante l' inspirazione la linea R si eleva e si abbassa nell' espirazione come lo indicano le lettere I E, messe sulla medesima. Il volume dell' antibraccio sinistro presenta delle oscillazioni che corrispondono ai movimenti del respiro. Esamineremo in altro capitolo questo fenomeno; per ora notiamo che la forma del polso si modifica secondo i movimenti del respiro. Le pulsazioni più distintamente tricuspidali corrispondono in questo tracciato alla fine dell' espirazione e le più catacrotiche alla fine dell' inspirazione.

Ognuno comprenderà facilmente come dopo simili osservazioni venisse spontaneo il desiderio di penetrare più addentro nelle condizioni di questo fenomeno e come tutta la mia attenzione dovesse rivolgersi alla ricerca dei mezzi più atti per rendere a piacimento il polso anacrotico in un braccio lasciando immutata la sua forma nell'altro. Io non conosco altra via per giungere più direttamente alla conoscenza delle cause da cui dipende una simile trasformazione. Uno dei primi metodi che trovai efficace per rendere anacrotico il polso di un braccio mentre nell'altro si conserva catacrotico, consiste nel raffreddare prima fino a 6° o 7° tutto l'antibraccio destro nell' idrosfigmografo e nel sostituirvi dopo dell'acqua successivamente sempre più calda, fino a 40° o 42° C. I vasi per questa azione della temperatura si sfiancano e quanto più è grande la loro paralisi, altrettanto nel polso è più apparente la forma tricuspidale.

Faccio una esperienza sopra me stesso. Applico un idrosfigmografo su ciascun antibraccio; assicuratomi che il polso è quasi eguale nelle due estremità, raffreddo l'acqua nel cilindro di sinistra fino a 7° e quindi riscaldo rapidamente l'acqua nel

medesimo fino a 36.° Nella seguente figura la linea S rappresenta il polso dell'antibraccio sinistro, D il destro; nel primo il polso è tricuspidale, nel secondo è catacrotico.

Fig. 15.

Trasformazione del polso nel antibraccio sinistro S *per effetto della temperatura, mentre il destro* D *rimane normale.*

Altre volte si ottiene il medesimo effetto per mezzo del semplice raffreddamento. Fu nei vecchi che osservai una simile trasformazione. Bianchetti Tommaso d'anni 80 presenta verso le 11 del mattino la seguente forma del polso nell'antibraccio destro fig. 16 A. Si raffredda l'acqua nel cilindro dell'idrosfigmografo fino a 13°; dopo circa dieci minuti il polso, come si vede nella linea A', prende una forma più distintamente tricuspidale.

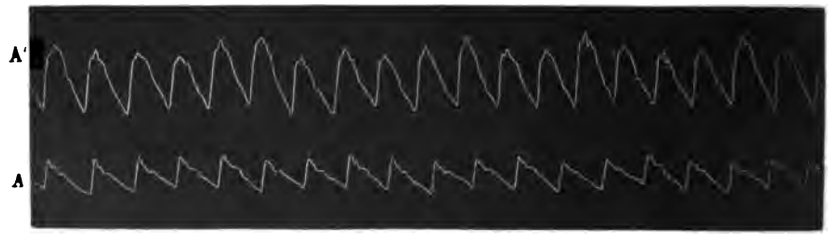
Fig. 16.

Trasformazione del polso per effetto del freddo in A'

È a desiderarsi che qualcuno intraprenda uno studio diligente del modo con cui reagiscono i vasi sanguigni in differenti epoche della vita, per i medesimi eccitamenti. Questo lavoro che manca fino ad oggi, formerebbe un capitolo interessante nella fisiologia comparata del sistema vasale.

Un mezzo più semplice per trasformare il polso catacrotico del braccio in anacrotico, lasciando inalterata la forma del polso nel braccio opposto, è la contrazione musculare prolungata, sia essa fatta spontaneamente, oppure per mezzo di una

Fig. 17.

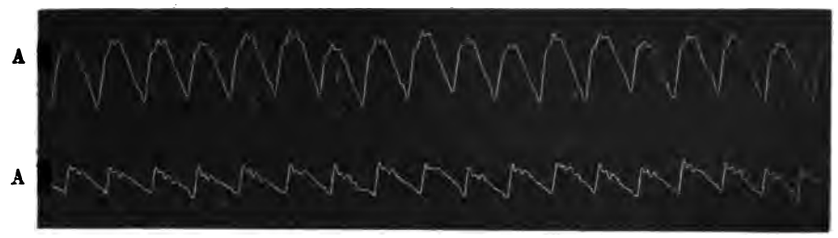


A *Polso normale dell'antibraccio.* — A' *Modificazione del medesimo, in seguito alla contrazione muscolare per una corrente indotta.*

corrente indotta. Ho già scritto intorno a questo argomento un intero capitolo nel mio lavoro intorno alle *variazioni locali del polso*; qui riferisco solo due esperienze per dimostrare che il polso dell'antibraccio può in questo modo rendersi affatto simile al polso del cervello, come si vede nei seguenti esempi presi sopra il sig. Roth.

La linea A fig. 17 rappresenta il polso dell'antibraccio destro nello stato normale: la linea A' il polso del medesimo braccio circa 10 minuti secondi dopo che finì la contrazione per una corrente indotta non troppo forte che durò 40 secondi. Il polso che prima era catacrotico, divenne completamente tricuspidale, ed il medesimo fenomeno si ripete nella seguente esperienza per mezzo di una contrazione spontanea nei muscoli dell'antibraccio.

Fig. 18.



A *Polso normale dell'antibraccio.* — A' *Modificazione che segue la contrazione spontanea dei muscoli impugnando fortemente la mano.*

Nello stesso sig. Roth il polso catacrotico dell'antibraccio destro, linea A, divenne tricuspidale in A' dopo una contrazione spontanea che durò appena 30 secondi impugnando fortemente la mano.

La trasformazione del polso nei grossi tronchi arteriosi è assai più difficile ad ottenersi; e tutti i metodi sopradetti valgono solo per le ultime ramificazioni delle arterie.

L'indirizzo che seguii in questi tentativi era (come già può supporsi dal risultato delle esperienze precedenti) di diminuire quanto più fosse possibile il tono dei vasi periferici di un tronco arterioso. Infatti per mezzo del nitrito di amilo sono riuscito in alcuni casi a produrre una paralisi tale dei vasi che il polso divenne anacrotico anche nelle carotidi, come può osservarsi dal seguente tracciato, fig. 19 linea C, preso sopra il sig. Garzena. Per ragione di brevità riferisco solo un frammento preso

Fig. 19.

Polso della carotide C — *e dell'antibraccio* A *dopo una inalazione di nitrito di amilo.*

circa 8 secondi dopo che cessò l'inalazione col nitrito di amilo. Nelle prime pulsazioni è ancora visibile l'anacrotismo e questo va successivamente scemando a misura che scompare l'azione del medicamento. Un'altra trasformazione producesi nell'antibraccio di cui scrissi contemporaneamente il polso nella linea A. Noi osserviamo

cioè che l'elevazione dicrotica s'avvicina successivamente sempre più all'apice della pulsazione mentre va ristabilendosi lo stato normale.

Fig. 20.

Trasformazione del polso A *in* A' *per mezzo della pressione di una colonna d'acqua alta* 20 *centim.*

L'elevazione S si può far scomparire per mezzo di una semplice pressione alla superficie dei vasi, rinforzando l'elevazione dicrotica, e l'ultima elevazione che precede di poco la diastole dell'arteria. Infatti dopo aver osservato questa elevazione nel polso del sig. Garzena, fig. 20, innesto un tubo messo verticalmente sull' apertura anteriore del cilindro di vetro in cui sta immerso l'antibraccio e vi faccio una pressione di 20 cent. d'acqua, registrando nello stesso modo i cambiamenti di volume del braccio. L'elevazione S scompare e divengono molto più forti l'elevazione dicrotica e l'ultima presso l'ascissa.

La prima elevazione S del polso è talora così rudimentale che imprime appena una leggera sinuosità alla linea ascendente del polso. Questa invece di formare una linea retta prende la forma di un S molto allungata, come era stato detto dal Landois (1).

Se noi mettiamo un ostacolo al circolo sanguigno in modo che il volume del cervello aumenti, come succede nella compressione delle vene giugulari, compare subito questa elevazione nella parte ascendente ed il polso diventa anacrotico mentre prima era catacrotico. Gli esempi di queste modificazioni del polso si trovano nel capitolo intorno all' iperemia ed anemia del cervello.

Lo sfigmografo di Marey non poteva dare l' elevazione S come un fattore costante della curva sfigmica, perchè la pressione della molla deforma il tracciato e rende più forte il dicrotismo come osservai nei tracciati che noi otteniamo coll' idrosfigmografo sotto una pressione maggiore dell'ordinaria. L'idrosfigmografo, quantunque più sensibile dello sfigmografo di Marey, presenta esso pure una certa resistenza all' estrinsecazione delle tre elevazioni caratteristiche nella prima metà della curva sfigmica.

Quando l'apice della curva è arrotondato si riesce spesso per mezzo della lente a riconoscere l' elevazione S: oppure si può renderla manifesta diminuendo il contatto della penna col cilindro, e scemando l' attrito con una infumatura più leggera della carta.

Desidero di estendere maggiormente il campo delle mie osservazioni prima di pronunciarmi sulle condizioni meccaniche che generano l'anacrotismo del polso. Spero

(1) Opera citata pag. 151.

che quanto esposi in questo capitolo basterà per dare un nuovo impulso allo studio più diligente di un fenomeno che fino ad oggi credevasi appartenere esclusivamente al campo della patologia e che io considero come un fenomeno normale nel polso degli organi.

Siccome Landois studiò pel primo le cause da cui possono dipendere le elevazioni anacrotiche negli apparecchi schematici, mi credo in dovere di riferire sul fine di questo capitolo le sue conclusioni.

« Ganz allgemein ausgedrückt, wird dies allemal dann stattfinden, wenn die Zeit, innerhalb welcher das elastische Rohr den höchsten Grad der Ausdehnung erfährt, länger ist als die Sckwingungszahl der gespannten elastischen Röhrenwandung. Alle Momente also, welche die Zeit bis zur maximalen Ausdehnung verlängern, oder die Schwingungszahl der gespannten elastischen Wand vergrössern, werden im Stande sein, anakrote Elevationen zu bervirken. Die Grösse der Zeit aber, innerhalb welcher das elastische Rohr den höchsten Grad der Ausdehnung erfährt, hängt ab von der Stärke des Druckes, mit welcher die Flüssigkeitsmenge in das elastische Rohr hineingervorfen wird. Das sind die Momente, von denen das Auftreten der Anakroten Elevationen abhängig sein kann » (1).

CAPITOLO IV.

La circolazione del sangue nel cervello durante l'attività del pensiero e le emozioni.

§ 1.

Lo studio dei mutamenti che subisce la circolazione del sangue per effetto dell'attività cerebrale è un problema pieno di gravi difficoltà, quando si vogliano distinguere le modificazioni del circolo sanguigno che sono proprie del cervello, da quell'altre che appartengono all'intero organismo e che hanno la loro causa nella mutata energia e frequenza delle contrazioni cardiache, o nelle variazioni generali della pressione sanguigna.

Essendo il cervello un organo che si sottrae alla volontà, perchè non possiamo col nostro arbitrio imporgli un riposo assoluto, le variazioni che può subire in esso il movimento del sangue durante la veglia si riferiscono assai più spesso ad una variazione nell' energia del lavoro intellettuale, anzichè ad un reale passaggio delle funzioni di quest'organo dallo stato di riposo assoluto a quello della sua completa attività.

La prima tavola rappresenta le trasformazioni successive che il polso subisce contemporaneamente nel cervello e nell' antibraccio durante quattro minuti. Questi tracciati sono presi da una serie di osservazioni fatte su Bertino il 24 settembre 1878.

Il braccio destro trovasi nell' idrosfigmografo e sulla apertura del capo venne applicata la lamina di guttaperca che fa comunicare la cavità del cranio col timpano

(1) Ibidem. pag. 151.

registratore. Bertino mangiò di buon'ora una minestra: egli è profondamente tranquillo e distratto.

Le due linee anteriori al tracciato A C, che io per brevità non ho voluto riferire sono quasi del tutto orizzontali: il cervello mostra solo ad intervalli delle leggiere ondulazioni analoghe a quelle che osservansi nella linea 1 C.

Nella prima metà del tracciato dell'antibraccio 1 A, si osservano due oscillazioni abbastanza cospicue *m n* che probabilmente devono attribuirsi a due movimenti inspiratori più forti. In questo istante essendo io distratto da qualche altra cosa non mi accorsi della modificazione avvenuta nel polso dell'antibraccio. Nel giro successivo del cilindro, linea 2 (A C) appena mi accorgo di questa irregolarità, temendo che sia dovuta ad un movimento della mano raccomando a Bertino di stare immobile. Questa preghiera che io gli faccio nel principio del tracciato 2 (A C) gli parve un rimprovero: perchè avevo già avuto prima parecchie volte occasione di insistere onde ottenere la più assoluta immobilità. Per effetto di tale emozione noi vediamo che il polso del cervello nel tracciato 2 (A C) è alquanto più alto di prima. In α gli domando se pensa a qualche cosa — Bertino risponde di no. Malgrado questa asserzione io credo che egli fosse seriamente preoccupato dalle mie parole.

Nel tracciato 3 (A C) stiamo entrambi in silenzio. Nel principio del medesimo si vede una irregolarità nel ritmo dei battiti cardiaci. Vi sono 3,04 rivoluzioni cardiache più rapide e subito dopo alcune altre più lente. Il volume del cervello e l'antibraccio si comportano durante questa variazione nel ritmo del cuore in modo affatto inverso. Cosicchè mentre le pulsazioni dell'antibraccio, linea A, si abbassano quelle del cervello, linea C, si elevano. Ritengo che la variazione nel ritmo dei movimenti cardiaci non basta per se sola a produrre questo antagonismo, ma che debba essere succeduta contemporaneamente una contrazione dei vasi nell'antibraccio la quale fu causa dell'aumento di volume del cervello: come pare accennato dal rapporto fra l'altezza delle pulsazioni del cervello e dell'antibraccio. Queste variazioni del polso verranno trattate più estesamente in un prossimo capitolo. Nella seconda metà del tracciato 3 (A C) il polso del cervello aumenta nuovamente in ampiezza senza alcuna causa nota, e senza che vi sia una modificazione percettibile nel polso dell'antibraccio. Dopo, nella parte di questo tracciato che non venne riprodotta, decresce gradatamente e ritorna allo stato di prima.

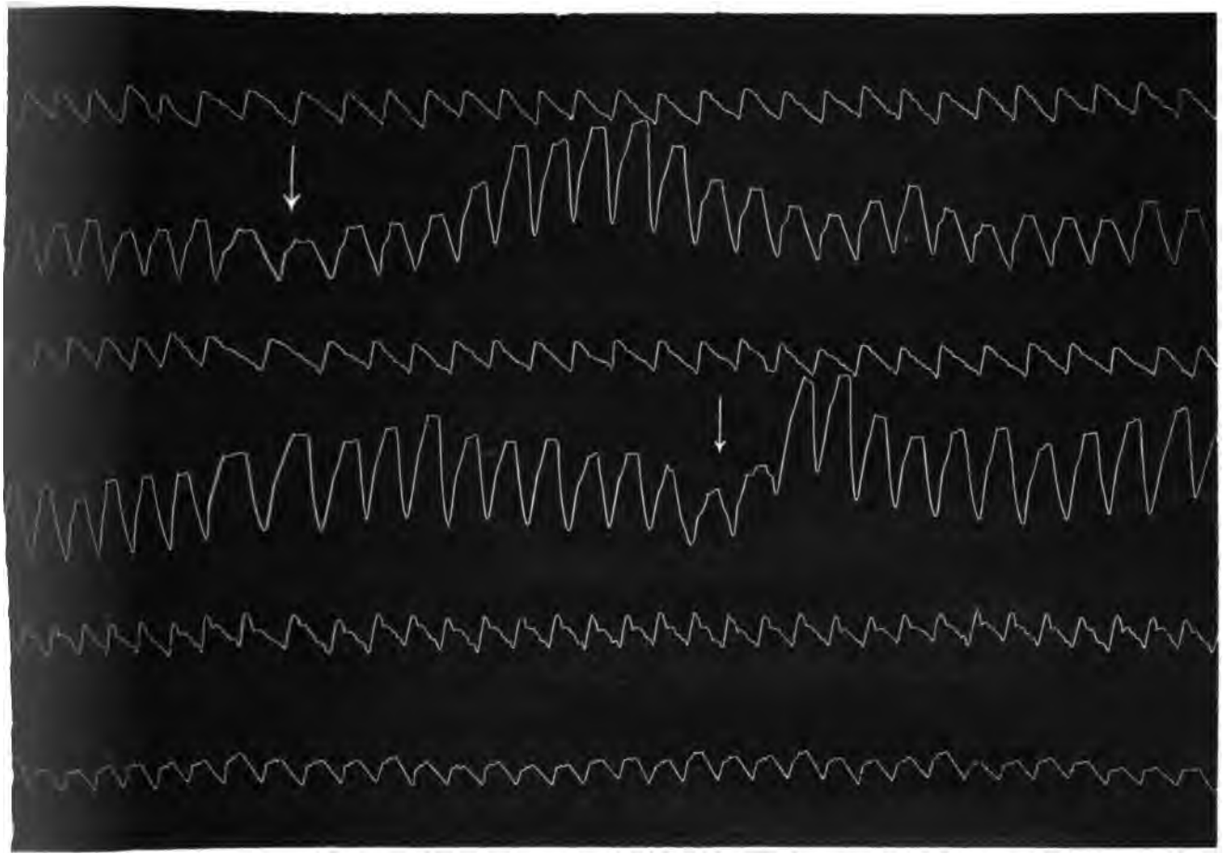
Sul principio della linea 4 (A C) entra nella stanza un mio collega il quale si mette ad osservare attentamente Bertino e tutto l'insieme degli apparecchi che funzionavano. Il polso del cervello diventa molto più elevato di prima e l'afflusso di sangue a quest'organo è maggiore perchè ne aumenta il volume. Verso la metà del tracciato Bertino muove involontariamente le dita come si vede dall'irregolarità *p* che compare nel mezzo della linea A; dopo si fa una pausa di 5 minuti.

§ 2.

Finita la visita del mio collega quando vidi che Bertino era nuovamente tranquillo, scrivo il tracciato 1 (A C') della fig. 21, donde si scorge che il polso del cervello e dell'antibraccio avevano ripreso la loro forma normale. Nel minuto successivo gli domando quante uova ci vogliono per fare 12 dozzine.

Le esperienze precedenti mi avevano dimostrato che per fissare la sua attenzione bisognava concretare una moltiplicazione in uno dei problemi che si presentavano più comunemente nella sua vita di contadino. L'enunciato di una moltiplicazione astratta di semplici numeri, egli la considerava come una cosa inutile, e non ci pensava sopra con eguale interesse. Le pulsazioni del cervello appena incomincia l'operazione mentale diventano immediatamente più grandi. Disgraziatamente egli muove le dita, e si deforma il tracciato del polso bracchiale. Io gli rimprovero con

FIG. 21.



Modificazioni nella circolazione sanguigna del cervello per fenomeni psichici. — A *Polso dell'antibraccio* — C *Polso cerebrale: scritti contemporaneamente.*

tono piuttosto forte che egli mosse le dita e che mi guastò l'esperienza. Siccome gli avevo già fatto mezz'ora prima una simile ammonizione egli se ne risentì; mi accorgo che diventa rosso nel volto, e tiene umiliato gli occhi al suolo. Tralascio questa linea e riproduco il tracciato scritto 30 secondi dopo quest'accidente, mentre era ancora visibilissimo l'effetto dall'emozione cerebrale 2 (A C).

Le pulsazioni del cervello sono più elevate, non si vede che siansi contemporaneamente mutate quelle dell'antibraccio. La frequenza delle sistoli cardiache rimane

inalterata. Nella 2ª linea dove c'è il segno ↓ l'orologio che era nella stanza e dava un suono piuttosto forte, batte le 12. La sensazione inaspettata di questo suono viene seguìta da un nuovo aumento nel volume del cervello e da un'ampiezza maggiore delle pulsazioni.

Se avessi riprodotto nella presente figura la continuazione del tracciato 2 (A C) si vedrebbe un tale aumento nell'afflusso di sang ue al cervello che la ventesima pulsazione dopo il segno ↓ (il quale corrisponde al momento in cui suona il primo tocco delle 12) oltrepassa di molto la linea delle pulsazioni dell' antibraccio che vi sta sopra: per guisa che fui obbligato ad aprire la *clarinette* onde la membrana del timpano non fosse troppo distesa. Vedendo una elevazione così straordinaria delle pulsazioni cerebrali cui corrisponde una modificazione relativamente piccola nella forma del polso bracchiale, domando a Bertino nella linea 3 (A C) dove ci è il segno ↓, se a mezzogiorno egli è solito dire l'avemaria. Questa interrogazione mi era stata suggerita dal dubbio che il forte cambiamento nella circolazione del cervello, dopo che suonò mezzogiorno fosse dovuto all'emozione che egli provava di non poter fare il segno della croce a mezzogiorno, o di recitare una preghiera, come sono soliti i contadini delle nostre campagne. Infatti Bertino mi rispose che *qualche volta dice un'avemaria.*

Credo quasi inutile di avvertire che facendo queste esperienze per stabilire i rapporti dell'attività cerebrale colla circolazione del sangue io mi ero circondato di tutte le cautele per ottenere dei buoni risultati. Così oltre all'aver scelto una stanza isolata dove non pervenissero suoni o rumori dall'esterno, io avevo pregato il dottor De Paoli di stare dietro le spalle dell'ammalato. La consegna più rigorosa, cui mi assoggettavo io stesso, era quella di non muoversi e di non parlare che nei casi di assoluto bisogno. Bertino volgeva il capo verso il muro in modo che nulla lo disturbasse.

Constatato quest'aumento nel volume del cervello e nell'altezza delle pulsazioni sotto l'influenza dell'attività cerebrale e delle emozioni, tentiamo di analizzare meglio questi fenomeni, e di conoscerne la causa ed il meccanismo.

Prendiamo altri tracciati dell'attività cerebrale, dove Bertino non abbia mosso le dita durante l'osservazione, come successe per sua inavvertenza nell'ultima osservazione della fig. 21: Osservando le curve del polso cerebrale e dell'antibraccio, tav. I. — 5 (A C) si vede subito che esse hanno un profilo diverso dalle precedenti. Il tipo delle pulsazioni è un altro, per la semplice ragione che Bertino nella prima esperienza era digiuno e qui invece noi registravamo il polso dopo che egli aveva fatto colazione. Ritorneremo su questo argomento in un altro capitolo speciale: per ora mi basta di far notare come per la introduzione degli alimenti nell'organismo siasi modificata in modo sensibilissimo la forma del polso, tanto nel cervello quanto nell'antibraccio di Bertino.

Nel segno ↓ gli propongo di moltiplicare 8×22; in ω egli enuncia il prodotto.

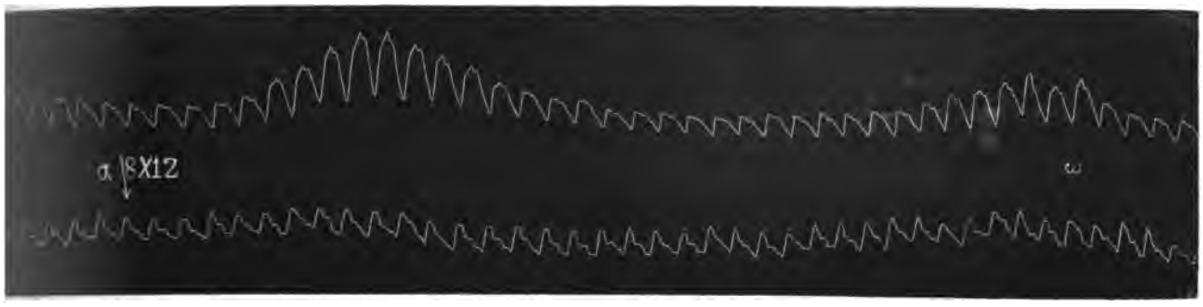
La fig. 22 ci dà un altro esempio delle modificazioni che succedono nella circolazione del cervello durante un lavoro della mente. Dove c'è il segno ↓ gli do una moltiplicazione da eseguire mentalmente 8×26. Anche qui si vede chiaramente che l'altezza delle pulsazioni e il volume del cervello aumentano nel principio dell'operazione mentale. Nella prima moltiplicazione 8×12 il volume del cervello durante l'attività cerebrale rimane più grande di quanto non fosse nel riposo, e subisce una

rapida diminuzione appena viene enunciato il prodotto. Nella seconda moltiplicazione 8×12, che deve essere riuscita più facile a Bertino, la modificazione del polso cerebrale è minore.

La forma delle pulsazioni nell'antibraccio non è sensibilmente mutata durante questi mutamenti della circolazione nel cervello.

Da questi tracciati appare eziandio che la modificazione nel circolo è maggiore e talora solo evidente nel principio e nel fine dell'operazione. Il lavoro del cervello è infatti più attivo nel momento in cui si afferra il problema e nel momento in cui se ne pronuncia il risultato.

Fig. 22.



Polso del cervello C *e dell'antibraccio* A *scritti contemporaneamente durante l'attività del pensiero.*

Che cosa succeda nei vasi di altre parti del corpo durante l'attività cerebrale io l'ho già dimostrato in due precedenti lavori, misurando dapprima i cambiamenti di volume che si producono nell'antibraccio per una semplice moltiplicazione (1) e dopo registrando le trasformazioni che succedono nel polso dell'antibraccio. Tutte due queste serie di esperienze provarono che nell'antibraccio, durante l'attività cerebrale, vi è una forte contrazione dei vasi (2). Queste mie prime indagini vennero dopo confermate da altri, fra i quali mi piace di ricordare il prof. Thanhoffer che pubblicò recentemente una serie di tracciati in proposito (3). È probabile che la contrazione dei vasi osservata nelle due braccia si produca anche nelle estremità inferiori e in tutta la pelle del corpo. Comunque sia è un fatto che la pressione del sangue aumenta nel momento in cui si stabilisce un lavoro più attivo del cervello.

Se non ci basta la misura della contrazione dei vasi fatta nell'antibraccio, noi possiamo applicare lo sfigmografo di Marey sopra la radiale, o sopra un grosso tronco arterioso, come fece Thanhoffer e vi troviamo una dilatazione dell'arteria durante l'attività cerebrale. La pressione maggiore che è capace di aumentare il diametro di un'arteria, quando essa non sia abbondantemente provveduta di fibre muscolari, è la causa prima dell'afflusso più copioso di sangue al cervello.

(1) *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo.* R. Accademia delle scienze di Torino, 1875. Capitolo. *Sui movimenti dei vasi sanguigni che accompagnano le emozioni e l'attività del cervello.*

(2) *Sulle variazioni locali del polso.* R. Accademia delle scienze di Torino, 1877. Capitolo. *Sui mutamenti del polso per influenza dell'attività cerebrale.*

(3) *Der Einfluss der Gehirnthätigkeit auf den Puls.* Pflüger's Archiv 1879 pag. 225.

A questi fattori noi dobbiamo aggiungere un leggero aumento nella frequenza e nell'energia delle sistoli cardiache.

Un esempio assai eloquente delle modificazioni che si producono nella circolazione sanguigna del cervello, è rappresentato nella tavola II. 6 (R C). Bertino era profondamente tranquillo, mentre si scriveva la respirazione del torace per mezzo del pneumografo di Marey linea R, contemporaneamente al polso del cervello linea C. In *a* gli dico che la suora di carità non è troppo contenta di lui, perchè egli passeggia continuamente nelle sale, e spesso scende nel giardino nelle ore in cui è difeso. Questa riprensione quantunque fatta in tono amichevole ebbe un effetto potentissimo sulla circolazione del sangue nel cervello. Il respiro si è modificato di poco. Solo succede una inspirazione più profonda nel principio dell'emozione, quando il cervello è aumentato notevolmente di volume.

Il fatto che caratterizza le emozioni è dunque l'afflusso più copioso di sangue al cervello, l'aumento del suo volume e l'altezza maggiore delle sue pulsazioni. In A apro il clarinetto per timore che la penna, la quale scrive i movimenti del cervello, venga a toccare quella che sta in comunicazione col pneumografo.

§ 3.

Fino dal 1876, dopo che io pubblicai le prime osservazioni fatte col pletismografo sui movimenti dei vasi sanguigni che accompagnano le emozioni e l'attività del cervello, il mio amico prof. Franck (1) muoveva l'obbiezione che simili mutamenti nella circolazione potessero dipendere da una variazione dei movimenti respiratorî. Gli promisi nella Memoria *Sulle variazioni locali del polso* una risposta categorica ed ora eccoci sull'argomento:

La diminuzione di volume dell'antibraccio e l'aumento di volume che osservai contemporaneamente nel cervello non dipendono da una variazione del respiro per le seguenti ragioni:

I. Perchè noi possiamo scrivere contemporaneamente il polso dell'antibraccio e i movimenti del respiro, e trovare non raramente che l'antibraccio diminuisce di volume durante l'attività cerebrale, mentre si conserva inalterato il ritmo e la profondità dei movimenti respiratorî.

II. Perchè noi possiamo scrivere la curva della respirazione e i movimenti del cervello, e trovare nell'attività cerebrale che questo aumenta di volume, mentre rimane invariata la respirazione.

III. Perchè i caratteri della curva sfigmica dell'antibraccio ci mostrano che realmente ha luogo una contrazione dei vasi; ed essi non corrispondono a quelli che si presentano, quando ha luogo semplicemente una modificazione del respiro.

IV. Perchè essendo comune l'origine delle arterie che vanno al cervello ed al braccio ed eguali i rapporti che esse hanno colla cassa toracica, si dovrebbe (qualora i fenomeni da noi attribuiti ai vasi sanguigni dipendessero da un mutamento della respirazione durante l'attività cerebrale) osservare le stesse identiche variazioni del

(1) *Recherches critiques et expérimentales sur les mouvements alternatifs d'expansion et de resserrement du cerveau.* Journal de l'anat. et physiol. de Ch. Robin 1877 pag 301.

polso in entrambi gli organi; ciò che non è. Il valore di questa obbiezione è tanto più evidente quando noi osserviamo che nell'attività cerebrale succede precisamente il fenomeno inverso, e vi è un' opposizione nel mutamento di volume dei due organi per cui l'uno aumenta mentre l'altro diminuisce, quantunque sia eguale per entrambi l'azione del respiro.

Quando si studiano su molte persone i movimenti della respirazione in rapporto coll'attività del cervello si trova che non è possibile di ridurre ad un solo tipo le variazioni osservate.

Queste indagini che incominciai già fino dal 1874 durante il mio soggiorno nel laboratorio di Ludwig, non mi diedero fino ad ora un risultato soddisfacente: tanto è grande la varietà dei tipi di respirazione, che osservai sopra molte persone nel lavoro intellettuale protratto.

La variabilità somma del respiro messa in rapporto alla costanza con cui si manifesta la contrazione dei vasi nell'antibraccio durante l'attività cerebrale e l'aumento di volume del cervello che osservai sempre non solo in Bertino, ma anche nella Caterina X e in Thron, ci prova ancora una volta, se pure fosse necessario, che il respiro non può considerarsi come un fattore dei fenomeni che studiamo in questo capitolo.

Ecco frattanto due esempi in cui si vede che durante l'attività del pensiero aumenta il volume del cervello, senza che si modifichi contemporaneamente il ritmo della respirazione.

Nel tracciato 7, tav. II. la linea R rappresenta i movimenti del torace scritti contemporaneamente al polso del cervello. La seconda inspirazione, quantunque sia più forte della prima, non ha quasi alcuna influenza sulla forma del polso cerebrale: quando gli si dice di moltiplicare 9 × 12, ne segue una forte modificazione del polso con aumento di volume del cervello, senza una modificazione equivalente nel respiro. In P Bertino enuncia il prodotto. Quantunque succeda in questo istante una inspirazione più profonda di tutte le precedenti, la modificazione del polso è relativamente assai piccola.

Fig. 23.

L'aumento di volume del cervello durante un lavoro della mente non corrisponde ad una modificazione del respiro. — C Polso del cervello. — R Tracciato della respirazione toracica scritta col pneumografo di Marey.

La figura 23 ci dimostra pure che la modificazione del polso cerebrale nell'attività del pensiero non dipende da una modificazione dei movimenti respiratorî. Infatti

quando gli propongo di moltiplicare 9 × 40 succede un aumento delle pulsazioni nel cervello mentre che l'inspirazione più grande arriva dopo che già si era effettuato l'aumento di volume.

§ 4.

Nel mio primo lavoro *Sulle variazioni locali del polso* (1) ho già stabilito come una regola generale che « l'emozione la quale si produce passando dalla quiete profonda all'attività cerebrale è sempre accompagnata da una modificazione del polso »; e poi soggiungevo come questa legge non escludesse il fatto, che durante un lavoro intellettivo prolungato ed intenso non si osservi alcuna modificazione del polso. Questa legge e la sua restrizione si verificano egualmente per le pulsazioni del cervello. Quando Bertino non si trovava in uno stato di profonda tranquillità e la sua attenzione era già eccitata da una causa qualsiasi, era meno apparnte e talora impercettibile nei fenomeni della circolazione cerebrale il passaggio della mente ad un altro lavoro intellettuale.

Lo studio dei movimenti sfigmici è assai più difficile nel cervello che nell'antibraccio, perchè nel cranio anche nello stato della maggiore quiete non rimane costante la circolazione. Il cervello come ho già detto nel principio di questo capitolo è un organo che si sottrae alla nostra volontà. Esso può lavorare con tanta maggiore energia quanto più cerchiamo di forzarlo al riposo, e la sua circolazione si modifica anche mentre ci manca la coscienza del suo lavoro, come lo prova il seguente esempio. Tav. II. 8 (R C). Bertino era profondamente tranquillo come lo si vede dalla sua respirazione regolarissima e superficiale. In M e in N osserviamo un aumento di volume del cervello consociato ad una elevazione maggiore delle pulsazioni. Bertino non si mosse: tutto rimase in silenzio, ed io non potei accorgermi cosa avesse agito sopra di lui. Finita la linea lo interrogo, ed egli mi risponde che non pensava a nulla e che era completamente distratto.

Le emozioni morali esercitano un' azione assai più manifesta sulla circolazione cerebrale che non il lavoro intellettuale, per quanto ne sia grande la sua energia. Ho già detto che nel primo tracciato, appena finita la moltiplicazione, io avessi sgridato Bertino perchè aveva mosso le dita e guasta l'esperienza. Se noi osserviamo le pulsazioni, troviamo che la loro altezza è divenuta dopo l'osservazione anche più grande di quanto non fosse durante l'attività cerebrale.

Dei molti esempi che potrei riferire in proposito ne scelgo uno dove tale fenomeno si presenta nel modo il più caratteristico. Tavola II. 9 (A C).

Nel principio del tracciato 9-I fo cenno a Bertino di eseguire due forti inspirazioni. Poco dopo che egli effettuò questo mio ordine ; mentre sto osservandone gli effetti successivi sul braccio e sul cervello, m'accorgo che muove le dita in ✣. Mi volgo a lui e gli dico, con piglio piuttosto risentito, che egli fa come un ragazzo, e che guasta ogni cosa. Immediatamente il cervello aumenta di volume e le sue pulsazioni diventano così grandi che io devo aprire due volte la clarinette per ricondurre a zero la pressione dei timpani: la prima volta sul finire della linea e la seconda nella

(1) Opera citata pag. 33.

linea 10 (A C) dove vi è il segno ✣. Dopo questo segno il cervello diminuisce nuovamente di volume, e le pulsazioni riprendono poco per volta la forma primitiva come potei osservare nel tracciato successivo, che per brevità non sto a riprodurre. Tengo sott'occhio il foglio da cui ho staccato questi frammenti 9 e 10 tav. II. e trovo che il polso dell'antibraccio e del cervello nel principio del tracciato 9 (A C) è alquanto differente da quanto esso era nel minuto precedente durante il profondo riposo. Questa variazione è dovuta al forte movimento respiratorio eseguito in I. Dopo l'ammonizione il polso dell'antibraccio diventa più piccolo. Nel tracciato si osservano delle oscillazioni respiratorie, probabilmente perchè il respiro divenne più forte, e nel tracciato 10 (A C) mentre va cessando l'effetto della dilatazione vasale, il polso dell'antibraccio ritorna ad essere più grande e si avvicina alla forma normale.

Un'altra volta che Bertino mosse pure involontariamente le dita malgrado le ammonizioni ripetute (tavola III. tracciato 11 (A C) nel principio della linea A che rappresenta il polso dell'antibraccio) non feci altro che volgermi verso di lui e guardarlo in arcigno. Egli si accorse della sua distrazione, e subito vi successe una dilatazione dei vasi cerebrali e le loro pulsazioni divennero 3 o 4 volte più alte di prima. Dopo alcune ondulazioni abbastanza forti il volume del cervello e la forma delle pulsazioni ritornano allo stato primitivo. Il tracciato 12 (A C) che venne scritto immediatamente dopo, rappresenta lo stato della circolazione nell'antibraccio e nel cervello durante la quiete. In M sollevo leggermente le penne per mezzo del sostegno a *bascule* per non guastare la linea 11 C.

Da questi esempi e dalle osservazioni che feci ripetutamente risulta che l'effetto delle emozioni è meno visibile nella circolazione dell'antibraccio, dove pel contrario si rivela regolarmente per mezzo di una contrazione dei vasi. Ho già parlato altrove dei cambiamenti di volume che subisce l'antibraccio in simili circostanze, mi limiterò perciò ad un solo esempio per riguardo alla forma del polso. Tav. III. linea 13.

Lo studente sig. G. Bosio alle 10 del mattino aveva l'antibraccio destro nell'idrosfigmografo e stava profondamente tranquillo. Io scriveva da circa 20 minuti senza interruzione il suo polso per avere un concetto esatto della forma, e delle variazioni spontanee che poteva presentare nello stato normale prima di amministrargli una dose di ergotina. Noi eravamo soli nella stanza.

La linea 13 rappresenta il suo polso nello stato di profonda quiete. Sul fine della linea sento che qualcheduno mi cerca nella stanza vicina. Subito dopo nel principio della linea 14 entra l'inserviente ed annuncia il prof. Lombroso. In α faccio un segno quando il mio collega si avvicina alla tavola. Egli guarda il sig. Bosio, l'apparecchio e il tracciato su cui gli mostro l'effetto della sua presenza. Poco dopo egli ci saluta e parte.

La modificazione del polso nella linea 14 è troppo vistosa, perchè sia necessario di insistervi per farne rilevare l'importanza. La diminuzione di volume non può rendersi evidente perchè il cilindro dell'idrosfigmografo comunica colla boccia di compensazione: ciò nullameno si scorge che le pulsazioni oltre ad essere più frequenti sono anche più piccole. La contrazione dei vasi come ho già spiegato nel precedente capitolo si rileva con una disposizione diversa della elevazione S e della elevazione dicrotica; per modo che la curva di ogni pulsazione prende una forma più acuminata.

Esempi non meno interessanti di queste emozioni mi capitarono col prof. Giacomini nelle esperienze che abbiamo fatto sopra la Caterina X. Un giorno noi eravamo nell' Istituto anatomico intenti ad una osservazione sui movimenti del cervello. Tutto d'un tratto e senza alcuna causa esterna si aumenta l'altezza delle pulsazioni e il volume del cervello. Il fatto parendomi strano domando alla donna come si sentisse. Essa mi risponde che sta bene. Vedendo che questa grande modificazione non cessava, io interrompo l' esperienza; esamino l' apparecchio se tutto è in ordine e quindi la prego di dirmi per filo e per segno a che cosa pensa da circa due minuti. Essa mi dice che mentre era distratta e guardava nell'armadio che le stava di fronte vide un cranio, e soggiunge che quella *testa di morto* le ha messo un poco di paura.

CAPITOLO V.

Il sonno nei suoi rapporti colla circolazione sanguigna del cervello.

§ 1.

Osservazioni fatte su Caterina X.

Fra tutti gli studî che ho fatto sulla circolazione del sangue, questo fu quello per cui era più vivamente eccitata la mia aspettazione. Essendo la fisiologia del sonno un argomento di cui mi occupo con amore da qualche anno, si comprenderà facilmente la ragione dell'interesse speciale ch'io avevo per simili esperienze.

Dopo aver osservato alcuni anni prima, che passando dalla veglia al sonno succede una dilatazione ed un rilasciamento dei vasi nell'antibraccio e (1) che l'atto dello svegliarsi è sempre accompagnato da una contrazione dei vasi: dopo aver imaginato una teoria meccanica per cui il sangue nello svegliarsi veniva cacciato dalle estremità e dalla superficie del corpo verso i centri nervosi per destare la loro attività, mi si presentava finalmente l'occasione di mettere ad una prova diretta quest'ipotesi.

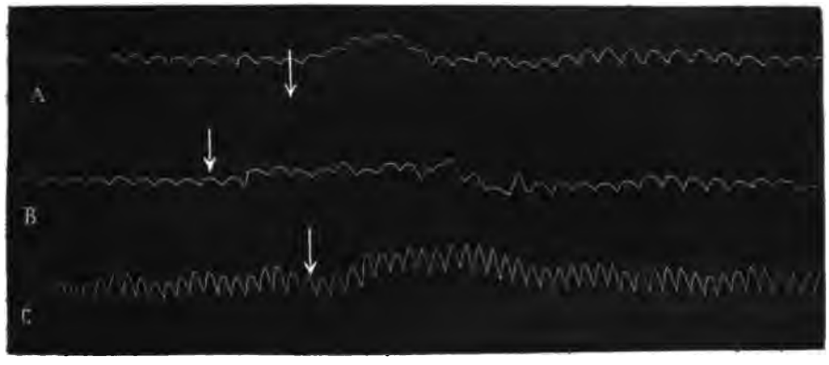
Esporrò senz'altre considerazioni preliminari le osservazioni che ho fatte sulle persone che avevano un'apertura nel cranio.

I primi tracciati li ottenni col prof. Giacomini sopra Caterina X nel febbraio del 1876; di questa ammalata posseggo poche osservazioni fatte nel sonno normale; essa dormiva difficilmente in nostra presenza ed il suo sonno fu sempre così leggero che le più leggiere impressioni esterne bastavano a svegliarla. La vasta apertura che essa aveva nel cranio e le difficoltà che si presentavano in queste prime esperienze avendoci impedito di dare ai nostri apparecchi tutta la sensibilità di cui ora saremmo capaci, il lettore non dovrà meravigliarsi se i tracciati sono meno caratteristici di quelli che osserveremo più tardi nel giovane Thron e particolarmente sopra Bertino. L'ammalata giaceva coricata sul letto col capo sollevato da un guanciale, con il cardiografo di Marey applicato sulla breccia del cranio in modo che il bottone toccasse in un punto la cicatrice.

(1) *Ricerche sul cloralio.* Prolusione al corso di farmacologia sperimentale. Torino 1875 pag. 27.

Dopo essermi assicurato che essa dormiva, fig. 24 linea A, la sveglio dove c'è il segno ↓. Essa apre gli occhi, parla e poco dopo pare nuovamente addormentata; circa 15 minuti più tardi mentre è profondamente tranquilla e sembrami dormire, la tocco (tracciato B dove è il segno ↓). Essa apre gli occhi e non si muove. Tanto in questi tracciati quanto in parecchie altre esperienze, che per brevità non riferisco, è visibile un piccolo aumento nel volume del cervello mentre essa si sveglia. Siccome però il sonno era sempre molto leggero, perchè l'ammalata dormiva difficilmente, e le esperienze non potevano farsi che nel pomeriggio, si pensò di ricorrere al cloralio. Alle 2,57 pomeridiane del 1 marzo 1876 essa beve un grammo e mezzo di cloralio sciolto nell'acqua con un po' di sciroppo; per addormentarsi impiegò più di mezz'ora. Verso le 4 la sveglio, linea C della fig. 24 dove c'è il segno ↓. Essa apre gli occhi senza parlare e non si addormenta più. Durante questa osservazione m'accorgo che il polso mentre l'ammalata russa profondamente, diviene più elevato e ritorna ad essere più piccolo quando cessa di russare.

Fig. 24.



Modificazioni osservate nel polso cerebrale di Caterina X nel momento in cui viene svegliata.

Nel pomeriggio del 10 marzo 1876 alle 2,40′ gli somministriamo 2 grammi di cloralio idrato; quindi si sospende fino alle 3,3′ la registrazione del polso cerebrale. L'ammalata dorme e russa profondamente. Il polso è molto elevato ed il volume del cervello presenta delle forti ondulazioni, come si vede nella tavola III. linea 15, 16.

La respirazione è diventata così rumorosa che l'ammalata si sveglia spontaneamente, od almeno dà segno che il sonno diviene più leggiero tutte le volte che il russamento cresce tanto da obbligarla a riprendere una respirazione più normale.

Il tracciato del cervello, tav. III. linea 15, dimostra che nel sonno oltre alle singole *pulsazioni* si distinguono facilmente le *oscillazioni* dovute alla respirazione e le *ondulazioni* prodotte da mutamenti nello stato dei vasi che si svolgono in modo più lento. Quando le pulsazioni divengono più alte notai in questo caso che l'ammalata incomincia a russare, e che le oscillazioni respiratorie si rendono anche molto più evidenti nel tracciato. In C il russamento diventa superficiale e la curva si abbassa leggermente: persistono le oscillazioni respiratorie. In D l'ammalata ricomincia a russare.

Nel principio della linea 16 tav. III., il russamento è fortissimo ed affatto

eccezionale l'altezza del polso. In E l'ammalata russa con tale intensità che pare svegliarsi spontaneamente per riprendere una respirazione più naturale. La curva delle pulsazioni si abbassa e queste diventano più piccole e rimangono tali per oltre un minuto, fino a che ricomincia un secondo periodo di russamento, in cui si ripetono i medesimi fenomeni. L'inspirazione essendo molto rumorosa potei segnare facilmente sulla curva delle oscillazioni cerebrali il momento in cui essa comincia. Dai tracciati di Caterina X, che ora tengo sott'occhio, risulta che l' inspirazione principia quando la curva dell'oscillazione respiratoria, rappresentata dalla linea che unisce il vertice delle singole pulsazioni, incominciò già ad abbassarsi. Cosicchè nel tracciato 16 il principio dell'inspirazione trovasi segnato sotto la pulsazione che sta fra la più bassa e la più alta nella parte discendente di ogni oscillazione.

Ritorneremo più tardi su quest'argomento dell'influenza che i movimenti respiratorî esercitano sul volume del cervello. Lascio sospeso il mio giudizio sulla causa del forte aumento nelle pulsazioni cerebrali finchè io abbia ultimato le mie indagini sull'influenza che l'accumularsi dell'acido carbonico e la respirazione di un'aria ricca di ossigeno o di acido carbonico esercitano sul cuore e sullo stato dei vasi durante il sonno. Dai tracciati riferiti si vede che in generale vi fu un aumento nel volume del cervello passando dal sonno alla veglia. Il solo risultato negativo, che ottenni in questa serie di esperienze, l'ebbi quando cercai di svegliare l'ammalata nell'istante in cui essa cessava di russare spontaneamente per riprendere una respirazione superficiale, più tranquilla. In questo caso non ottenni per due volte successive una modificazione notevole della circolazione cerebrale passando dal sonno alla veglia.

Questo fatto può spiegarsi pensando che il russamento mette delle condizioni che rendono impossibile la continuazione di un sonno profondo. Infatti quando l'ammalata cessa di russare, ha luogo una contrazione dei vasi. Il cervello diminuisce di volume ed il sonno diventa così leggiero che l'ammalata si sveglia.

È difficile per ora di stabilire quale sia la causa e quale l'effetto dei due fenomeni, ma in questo caso possiamo ritenere come molto probabile, che toccando l'ammalata ed aprendo essa gli occhi non siasi prodotto un aumento di volume, perchè il sonno era già divenuto troppo superficiale, per la precedente contrazione dei vasi in cui la linea delle pulsazioni si avvicina all'ascissa.

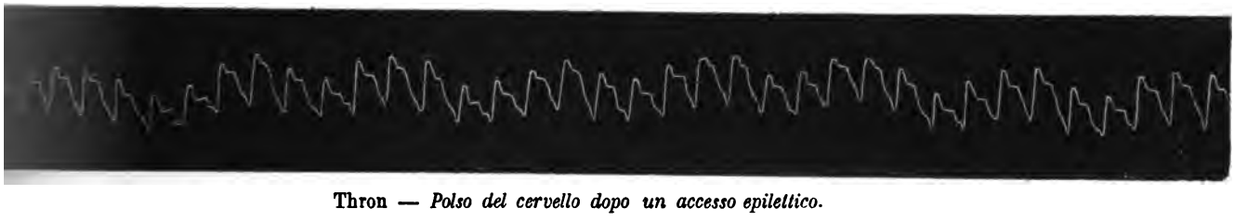
§ 2. *Osservazioni fatte su Thron nel sonno.*

Circa un anno dopo riprendeva queste indagini con speranza di un migliore successo sul giovane Thron. Fui però gravemente disilluso nella mia aspettazione quando la prima notte che mi accinsi ad una esperienza nelle sale del manicomio, vidi questo sventurato immerso in un sonno così profondo, che non mi riuscì di svegliarlo. Di tutti gli studî che feci sull'uomo le esperienze che mi costarono maggior fatica e più forti emozioni sono queste che intrapresi col dott. Albertotti. Trattandosi di un idiota tutti i più piccoli ostacoli prendevano l'aspetto di gravi difficoltà, perchè l'applicazione stessa degli apparecchi registratori non ci riusciva sempre possibile (1).

(1) Sono lieto di poter dare un attestato della mia gratitudine all'Amministrazione del r. Manicomio di Torino che cercò in ogni modo di favorire le presenti indagini, e particolarmente al dott. Perotti, al dott. Porporati ed al dott. Valetti che si interessarono vivamente per le medesime.

Se le nostre fatiche furono meno fortunate di quanto mi aspettassi ciò devesi attribuire all' idiotismo del nostro ammalato ed alla sua grande irrequietezza nella veglia, che ci impedì quasi sempre di ottenere nel principio della esperienza un tracciato normale che servisse come termine di confronto per le eventuali trasformazioni del polso nel sonno. I frequenti accessi di epilessia da cui egli fu travagliato negli ultimi periodi della sua vita contribuirono non poco a rendere infruttuosa la diligenza che ponemmo in questo studio. Il giovane Thron non dormiva regolarmente, per cui spesso nelle visite notturne lo trovammo svegliato ad ora tardissima. Egli soffriva d'insonnia ed in questi periodi riuscivano del tutto inutili le precauzioni che prendemmo per conciliargli il riposo. Più che una veglia era una agitazione notturna spesso foriera di un insulto epilettico. La stessa dose di 2 grammi di cloralio idrato aumentò in queste condizioni la sua eccitabilità e non lo fece dormire. Spesso lo vedemmo in preda ad accessi epilettici, i più strazianti, e nelle notti che tenevano dietro a questi insulti frequenti il sonno diveniva così profondo ed imponente, da lasciare dubbio, se si trattasse ancora di un fenomeno normale, o non piuttosto di un sonno morboso; perchè agitando l'ammalato, scuotendolo, levandolo in piedi sul letto, chiamandolo forte per nome, spruzzandogli dell'acqua sul volto, non

Fig. 25.



Thron — *Polso del cervello dopo un accesso epilettico.*

si riusciva a destarlo durevolmente; ed aperti per un istante gli occhi egli ripiombava immediatamente nel sopore di prima. La figura 25 rappresenta il polso cerebrale del giovane Thron scritto immediatamente dopo un accesso epilettico e mentre l'ammalato trovavasi in uno stato di profondo abbattimento. Da questo tracciato risulta evidente l'influenza che i movimenti respiratorî esercitano sulla circolazione del sangue nel cervello, anche quando non sono molto profondi. I tracciati 17 e 18 della tavola III. furono presi sul medesimo ragazzo durante il sonno. Guardando queste linee per scorcio dall'uno dei lati si vede che anche qui è accennata l'influenza del respiro; nel tracciato 18 trovasi verso la metà una trasformazione del polso cerebrale che non so a cosa attribuire.

Thron ebbe il 23 aprile 1877 un forte insulto epilettico. Nel mattino del giorno successivo alle 9, quando lo visitai, era addormentato. Durante l'applicazione della lamina di guttaperca sul capo, egli si sveglia, ma non cerca di levarsi l'apparecchio dal capo come faceva il più delle volte; rimane alcuni minuti tranquillo mentre noi otteniamo alcuni tracciati, e quindi volta il capo per guardarci. Si sposta l'apparecchio e noi gli teniamo con forza la testa sul guanciale in una posizione più conveniente finchè egli chiude gli occhi e pare riaddormentato.

Nell'istante B lo chiamo per nome; egli non si muove e non reagisce in alcun modo; intanto il cervello aumenta sensibilmente di volume e diventano più grandi

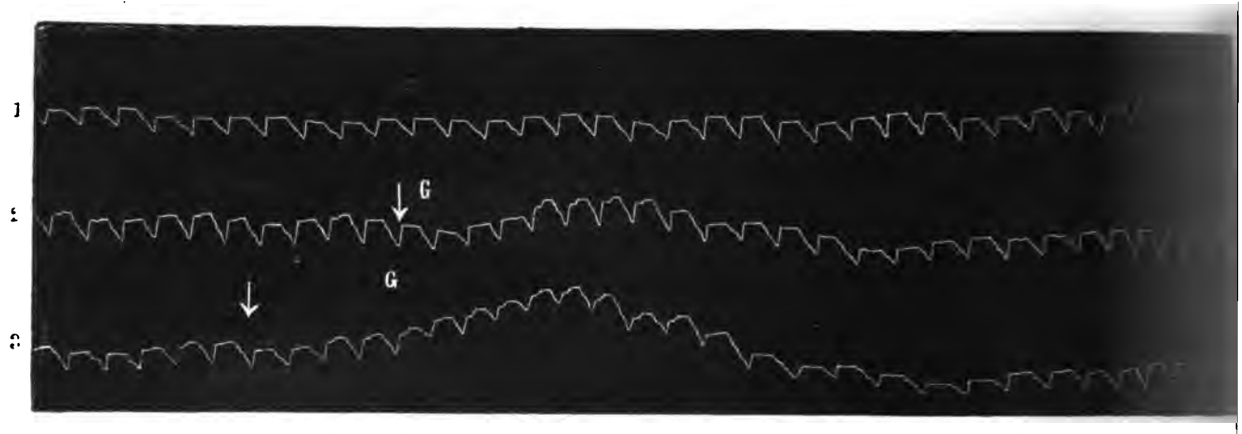
le sue pulsazioni. Durante il sonno e mentre la respirazione era regolare e poco profonda si presentarono ancora qui, come abbiamo già osservato in Caterina X, delle forti ondulazioni nel tracciato del cervello, per cui le pulsazioni poterono raggiungere un'altezza doppia di prima. Nel sonno prodotto dal cloralio ottenemmo delle pulsazioni cerebrali fortissime con grandi oscillazioni, come lo si può vedere nella fig. 26 (1).

Fig. 26.

Thron. — *Polso del cervello durante il sonno prodotto dal Cloralio.*

Thron ebbe nel mattino verso le 8 un forte accesso epilettico: egli era dopo così abbattuto che stette tutto il giorno a letto senza essere obbligato di legarlo, come solevasi fare per tenerlo in riposo. La sera verso le 10 lo troviamo profondamente addormentato. La pelle sulla breccia non è molto distesa e pulsa fortemente. Gli applichiamo la forma di guttaperca sul capo dopo averla scaldata leggermente sui bordi. Il polso scritto nella prima linea della figura 27 può considerarsi come il

Fig. 27.



Thron. — *Polso del cervello nel sonno. — In* G *e* G′ *lo si chiama per nome senza che si svegli.*

tipo normale di una lunga serie di osservazioni preliminari che durano circa 40 minuti senza interruzioni: aspettiamo circa un'ora e poscia verso le undici in G lo si chiama forte per nome *Giovanni*. Dal tracciato risulta, come nelle precedenti osservazioni, che vi fu una percezione cosciente, o non, per cui successe un aumento di volume ed un'altezza maggiore delle pulsazioni del cervello.

Nel minuto successivo un'altra voce ripetè in G′ il medesimo suono e chiamandolo

(1) Nella Memoria intitolata: *Osservazioni sui movimenti del cervello di un idiota epilettico.* R. Accademia di Medicina di Torino, gennaio 1878, che pubblicai insieme al dottor Albertotti, sono rappresentati più estesamente i tracciati del cervello scritti su Thron in questa circostanza.

ancora parecchie volte di seguito per nome, otteniamo ad ogni minuto un risultato identico. L'aumento di volume è dunque un fenomeno costante, il quale succede senza che si alteri il ritmo delle sistoli cardiache e che devesi, secondo ogni probabilità, alle contrazioni dei vasi dell'estremità, ed in altre parti del corpo come vedremo meglio in seguito.

§ 3. *Osservazioni fatte su Caudana nel sonno.*

Le precedenti esperienze, sebbene per molti riguardi incomplete, bastarono per scemare le speranze con cui avevo accettato e difeso in un primo lavoro la teoria meccanica del sonno. Io mi era convinto, che nella veglia, l'afflusso maggiore di sangue al cervello, prodotto dalla contrazione dei vasi alla periferia del corpo, era solo un fenomeno concomitante e non una condizione primitiva ed essenziale dell'attività psichica. Oramai era persuaso che la circolazione più debole negli emisferi cerebrali non era l'unica causa del sonno e che oltre alle modificazioni del movimento sanguigno dovèvano esisterne delle altre più importanti nello stato di eccitabilità e di nutrizione dei centri nervosi. Eppure malgrado queste disillusioni (se così è lecito di esprimermi in un genere di studî dove i fatti qualunque sieno hanno un'importanza molto più grande delle teorie escogitate senza il sussidio dell'esperienza diretta), il problema delle modificazioni che subisce la circolazione del sangue nel cervello mi appariva sempre più interessante e degno di studio.

Le osservazioni precedenti avevano bastato per convincermi che la fisiologia del sonno poteva gettare una viva luce sulla natura di alcuni processi psicologici, ed in particolar modo sulle condizioni fisiche della coscienza.

È sotto questo punto di vista che io ho fatto una serie di esperienze sulle variazioni del polso nell'antibraccio durante il sonno, che possono servire come di introduzione ai risultati più completi che ottenni sopra il cervello di Bertino.

I tracciati della tavola IV. sono presi dall'antibraccio del sig. Caudana mentre giaceva coricato sopra un materasso ed io aspettava da oltre un'ora che si addormentasse. Il suo polso è regolarissimo e tricuspidale, come vedesi nella prima linea in basso. Non riferisco per brevità le 11 linee che precedono nel foglio che ho sott' occhio, perchè esse sono tutte eguali e non successe alcuna modificazione nel decorso di 11 minuti. Il metodo che adoperai in queste ricerche essendo quello della registrazione continua del polso, che prolungai spesso per ben due o tre ore di seguito, ometto circa 10 minuti di tracciato per giungere alla seconda linea della tavola IV. dove ritengo come molto probabile che Caudana dormisse. Egli era infatti profondamente immobile e la sua respirazione aveva preso il tipo caratteristico del sonno in cui l'espirazione diventa più rapida ed alquanto rumorosa. Anche la forma del polso è cambiata; e la disposizione tricuspidale delle tre punte sull'apice è meno simmetrica e regolare.

In A muove la mano destra e si gratta il petto. Le irregolarità che osservansi in questo istante nel tracciato sono dovute al tentativo che egli fece di muovere la mano sinistra nell'idrosfigmografo. Il polso è dopo profondamente modificato. Le tre elevazioni invece di formare una punta tricuspidale, si dispongono successivamente nella parte catacrotica della curva. Le pulsazioni sono meno elevate e più acute.

Ometto il tracciato scritto nel giro successivo del cilindro che corrisponde ad 1 minuto. In questo frattempo il polso riprende la sua forma primitiva. Caudana non si era mosso altrimenti. La terza linea corrisponde a questo nuovo periodo di sonno leggiero.

Sul finire della linea, mentre sto per trasportare la penna del timpano registratore e scrivere la linea successiva, sentesi il rumore del portone che viene chiuso sotto il portico nel piano inferiore. Caudana non si muove e non dà segno di aver sentito questo rumore, però le pulsazioni nel suo antibraccio subiscono una modificazione profonda del tutto analoga alla precedente. Nel tracciato 14, quale venne riferito nella tavola IV. mancano le prime 8 pulsazioni perchè il cilindro che adoperavo in tali osservazioni aveva una circonferenza più lunga del formato di queste figure. La trasformazione profonda che succede nella forma del polso indica una contrazione dei vasi. Io temo che si svegli e lo osservo attentamente colla più grande circospezione. La respirazione è cambiata.

In C muove un piede fregandolo contro la gamba dell'altro lato. In D linea 6, parla e mi dice che è svegliato. Immediatamente dopo il polso dell'antibraccio diventa più piccolo e più frequente, come si vede nella linea 7. Nella linea 5 riprende la forma normale e caratteristica della quiete. In E mi prega di coprirgli il volto con un asciugamani onde possa addormentarsi più facilmente.

Trascorrono 10 minuti e poi si ripetono a breve distanza alcuni sussulti muscolari come quelli che tutti proviamo nel sonno e che sono spesso capaci di svegliarci. Continuo a scrivere il polso. I tracciati che vengono dopo la linea 8 sono presi da un foglio scritto mezz'ora dopo che Caudana aveva parlato. Il sonno è divenuto più profondo e la modificazione del polso tanto cospicua da non essere necessario di rilevarla con parole. In F G H egli ebbe altri sussulti muscolari. La forma del polso come vedesi in G H si modifica dopo questi movimenti e prende la forma che corrisponde ad una contrazione dei vasi sanguigni. Il medesimo fenomeno è assai più evidente dopo il segno K nella linea 15 in cui carico la macchinetta che mette in movimento il cilindro. Il rumore prodotto dallo scatto del nottolino che trattiene la ruota della molla dura circa 20 secondi. Durante tale periodo di tempo il profilo delle pulsazioni accenna ad una profonda contrazione dei vasi.

Caudana non dà segno di svegliarsi. La variazione del polso che osservasi nel principio della linea 14 ed in corrispondenza del segno K nella linea 16 non so a che cosa si debba attribuire. Immediatamente dopo il polso diventa nuovamente regolare come osservasi nella linea 17 e continua così per oltre 5 minuti.

Questa continua irregolarità che osservasi nello stato dei vasi sopra Caudana è un fatto che contrasta singolarmente collo stato del polso nella veglia quale potei constatare in molte osservazioni fatte sulla medesima persona. Sebbene io non possa dare una simile instabilità del polso come il fatto generale, perchè anche nel sonno profondo ho trovato il polso bracchiale regolarissimo, ho preferito di riferire questo tracciato per le considerazioni che svolgerò più tardi.

§ 4. *Osservazioni fatte su Bertino nel sonno.*

Ora ecco nel loro ordine cronologico alcune osservazioni ch' io feci sopra Bertino per studiare la circolazione del sangue nel cervello durante il sonno. La sera del 24 settembre 1877, egli si corica alle 8 $^1/_4$ sopra un sofà colla testa elevata ed il corpo ricoperto da una coltre. Io gli aveva messo prima la lamina di guttaperca sul capo e spiegatogli ripetutamente lo scopo delle nostre indagini, pregandolo di restare tranquillo e di addormentarsi quanto più presto era possibile. Le sue risposte mi convinsero che egli non era punto persuaso dell'utilità di queste osservazioni e temevo che non si sarebbe facilmente addormentato.

Dopo circa un'ora scrivo il tracciato 1, tav. V. Sono convinto che egli non dorme. Le pulsazioni sono molto forti e di forma tricuspidale. Rimane immobile senza addormentarsi un'altra ora. Il polso diventa alquanto più piccolo, come si vede nel tracciato 2, tav. V. Pochi minuti dopo fa una profonda inspirazione e quindi muove le mani, come per stirarsi nello sbadigliare; intanto apre gli occhi e mi dimanda se è lungo tempo che dorme. Siccome dubitavo della verità di questa sua interrogazione, perchè ascoltando attentamente il respiro, non mi ero persuaso che dormisse: gli rispondo che non basta; e lo prego a riaddormentarsi, dicendogli che non lo lascio in libertà finchè non abbia dormito un sonno profondo.

Trascorre un'altra ora in cui registro ad intervalli il polso; Bertino rimane completamente immobile. Il volume del cervello presenta delle notevoli ondulazioni, come si vede nelle linee 3 e 4 che scrissi alle ore 11. 30'. Le pulsazioni sono meno elevate di prima. Lascio passare un altro quarto d' ora e poi alle ore 11 $^3/_4$ scrivo le due linee 5, 6, dove si scorge che i vasi del cervello presentano pur sempre una certa irrequietezza, quantunque il respiro sia uniforme e superficiale. Terminate queste linee chiamo Bertino per nome: egli muove subito il capo e parla per dirmi che dormiva. Questi movimenti deformano il tracciato per modo che io non posso riferire questo punto dell'esperienza. Le linee 4 ed 8 rappresentano il tracciato delle pulsazioni cerebrali preso quattro minuti dopo che Bertino era completamente sveglio.

In α Bertino parla e mi dice che teme di non potersi addormentare. Qui ancora come nelle osservazioni precedenti si nota per questo fatto un aumento nel volume del cervello ed una distenzione maggiore dei suoi vasi ad ogni sistole del cuore. A mezzanotte quando Bertino ci disse che probabilmente in tutta la notte non avrebbe mai dormito di un sonno profondo per l'apprensione in cui si trovava, sospendiamo l'osservazione.

Ritenendocome dubbia quest'esperienza per ciò che si riferisce al sonno, che certo deve essere stato moto leggiero, noi vediamo però quanto siano grandi le modificazioni che subisce il polso nel passaggio dalla veglia allo stato di una profonda quiete e come la circola zionedel cervello diventi nuovamente irregolare e sieno più grandi le pulsazioni di quest'organo appena si ristabilisce pienamente l'attività cerebrale.

Queste successive trasformazioni del polso passando dalla veglia alla tranquillità profonda ed al sonno comparvero pure in tutte le altre serie delle nostre osservazioni notturne.

Ecco infatti come era il polso di Bertino nella sera seguente alle ore 8, mentre

si trovava nella stessa posizione. I due tracciati 9 e 10 tav. V. sono scritti un quarto d'ora dopo che egli si era coricato sul sofà mentre rimaneva profondamente tranquillo cogli occhi chiusi.

La curva generale presenta delle forti ondulazioni, la forma del polso è tricuspidale. L'irregolarità che si vede nella pulsazione *b* della linea 10 è dovuta all'uscita di una bolla d'aria dalle valvole di Müller.

Dopo un'altra mezz'ora alle 8 $^3/_4$ il polso ha già cangiato di forma: è meno elevato e più uniforme. Non do alcun esempio dei tracciati che hanno un decorso molto regolare e riferisco solo due linee scritte successivamente in cui si presentano delle forti ondulazioni. Nel principio della linea 11 entra il dott. De-Paoli nella stanza. Appena sento aprire la porta metto subito in movimento il cilindro e scrivo la forte elevazione che si scorge nel mezzo di questa linea. Le ondulazioni della linea 12 non so a che cosa siano dovute. Bertino quando si svegliò disse di non essersi accorto che fosse entrato qualcheduno nella stanza.

§ 5.

Il polso del cervello a misura che il sonno diventa più profondo continua a decrescere in altezza, tav. VI. Le grandi oscillazioni scompaiono: il polso è regolare, uniforme. Bertino rimane profondamente tranquillo. Tralascio le osservazioni fatte durante 14 minuti. Alle ore 9,20′ scrivo la linea 13, tavola VI. Di quando in quando fa delle profonde inspirazioni, dopo cui succede una leggiera diminuzione nel volume del cervello: le sistoli del cuore si rallentano alquanto e le pulsazioni assumono decisamente una forma tricuspidale come si vede in *m* linea 17.

Il polso è sempre molto più piccolo di quanto non fosse nella veglia. Nei tracciati che riprodussi successivamente alle ore 9,30′ l'altezza delle pulsazioni, senza ch'io ne sappia il perchè, è già divenuta circa un millimetro maggiore di quanto non fosse alcuni minuti prima. Da oltre un quarto d'ora il volume del cervello si conserva costante, eccettuate le pulsazioni e i cambiamenti di volume dovuti a qualche inspirazione più profonda. Il tracciato del polso cerebrale decorre orizzontalmente senza ondulazioni pronunciate. Dopo la linea 17 avevo arrestato il cilindro. Durante questo frattempo l'orologio dell'ospedale batte le 10. Non saprei dire per quanto questo suono possa considerarsi come causa delle trasformazioni che osserviamo nelle linee successive del polso cerebrale. Nel tracciato che tengo sott'occhio trovo un punto di interrogazione nel principio della linea 19. Io feci questo segno perchè non sapevo spiegarmi l'aumento successivo nell'altezza delle pulsazioni che accennava ad un prossimo risveglio. Infatti nella linea successiva 20 Bertino si gratta e muove il capo e le gambe. Non apre gli occhi. Continuo a scrivere il polso. Un minuto dopo gli domando sottovoce in F se dorme, linea 21 E, egli non si muove e non risponde, ma il cervello mostra un aumento di volume. Lascio trascorrere due minuti, e quindi per assicurarmi se è svegliato in G linea 23, gli tocco leggermente la faccia con la penna. Bertino non si muove, ma il cervello aumenta immediatamente di volume e si modifica la forma del suo polso. Nella linea successiva volta la testa sul capezzale, le pulsazioni aumentano di altezza e poi diventano nuovamente più piccole. La respirazione è come di chi dorme. Alle 10 $^1/_2$ nel principio della linea 24 in H dico

Bertino è finito. Non si muove. Nella linea successiva e nel medesimo punto, mentre carico la macchinetta di Breguet, che fa muovere il cilindro, si sveglia e alza ripetutamente la testa e le braccia deformando il tracciato. La penna, siccome eravamo all'ultima linea, esce fuori del cilindro. Devo aprire il clarinetto. Quando dopo parecchi secondi posso nuovamente scrivere le pulsazioni del cervello, trovo che esse hanno riacquistato l'altezza e la forma che avevano nella veglia al principio dell'esperienza. L'osserve subito negli occhi e mi accorgo dall'iniezione della congiuntiva che egli ha realmente dormito.

Fig. 28.

Modificazione prodottasi nella circolazione del cervello di Bertino mentre lo si chiamò sottovoce per nome senza che egli si svegliasse.

La sera del 27 settembre facciamo una nuova serie di osservazioni sopra Bertino durante il sonno; alle ore 8 egli si corica sopra il sofà e dopo circa un'ora dorme di un sonno leggero. Il suo polso si differenzia da quello delle sere precedenti per essere distintamente catacrotico. Per ragioni di brevità riproduco soltanto alcune linee dei tracciati presi in questa seduta. Le impressioni del mondo esterno producono anche qui delle profonde modificazioni nella circolazione del cervello e nella forma del polso. Alle ore 9.2 vedendo che la respirazione di Bertino era molto superficiale, dopo aver scritto le 8 prime pulsazioni della fig. 28, per assicurarmi se dormiva mi alzo in piedi e dove è il segno ↓ lo chiamo sottovoce per nome; Bertino non si muove e non risponde. Esaminando il tracciato troviamo che già prima del segno ↓ vi sono delle pulsazioni alquanto più alte delle precedenti. Questo devesi probabilmente al leggero rumore che feci alzandomi per avvicinarmi all'orecchio di Bertino.

Quando lo chiamo per nome succedono ancora tre pulsazioni colla forma normale e quindi il cervello cresce in volume, ed il suo polso diventa anacrotico, e si conserva tale per oltre un minuto. Basta paragonare il principio ed il fine di questo tracciato fig. 28 per conoscere quanto siano grandi le trasformazioni del polso che succedono nel sonno, senza che rimanga alcuna traccia nella memoria di chi dorme, delle cause che hanno prodotto simili mutamenti nella circolazione sanguigna del cervello. Le pulsazioni da catacrotiche che erano prima, sono diventate anacrotiche. L'afflusso del sangue al cervello è divenuto maggiore ed il volume conservasi per circa 30 secondi più grande come può scorgersi nel tracciato 28 misurando la base delle pulsazioni dall'ascissa. Le singole pulsazioni sono anche più elevate di quanto fossero prima.

Continuo a scrivere il polso del cervello per un altro quarto d'ora. Durante questo periodo il volume del cervello presenta ad intervalli delle ondulazioni indipendenti dai moti respiratorî. Non potendo attribuirle ad alcuna causa che provenisse dall'ambiente

esterno, trovo che esse nei tracciati vennero segnate con un punto interrogativo, per accennare che esse dipendevano probabilmente da cause interne, o da sogni; infine da cause che mi erano ignote. La linea 26 della tavola VI. dà un esempio di queste ondulazioni spontanee del tracciato cerebrale. Subito dopo e senza arrestare il cilindro scrivo la linea 27. Dove c'è il segno ↓ gli dico piano e vicino all'orecchio: *Bertino dormite?* Succede un leggero aumento di volume del cervello. Bertino non si muove e non dà segno di svegliarsi. La respirazione è profonda, l'espirazione leggermente rumorosa e rapida come se egli dormisse. Il polso diventa tricuspidale.

Nel minuto successivo ripeto la stessa domanda nel punto ↓ senza che Bertino si svegli. Le modificazioni nella circolazione del cervello sono identiche alle precedenti.

Dopo un minuto fa due inspirazioni più forti: il cervello diminuisce tanto che devo aprire la *clarinette* per ricondurre a zero la pressione nel timpano registratore. Succede una deformazione del tracciato. Non riferisco la linea scritta in questo minuto. Bertino riprende per circa 20 secondi la respirazione con tipo normale e superficiale e quindi fa una nuova inspirazione profonda. Il tracciato del polso diventa più catacrotico e minore in altezza.

Poco dopo osservo un leggero e rapido aumento del volume cerebrale: Bertino si sveglia ed apre gli occhi. Trascorrono 20 secondi in cui il tracciato del polso è irregolare per i movimenti del capo e quindi gli domando se non può dormire; egli mi risponde che sognava, e mi racconta una storia confusa dove il fatto più interessante era questo che il parroco del suo paese lo chiamava per nome. Bertino aveva dunque sentito la mia voce e questa percezione aveva destato un sogno. Oppure la mia chiamata era comparsa improvvisamente nel sogno, che già svolgevasi prima, come se fosse la voce del parroco.

Il polso scema poco dopo in altezza senza che io ne sappia la causa. Per assicurarmi se Bertino è completamente sveglio gli domando nel segno ↓ quante uova ci vogliono per fare 9 dozzine. L'afflusso maggiore di sangue al cervello è assai caratteristico e corrisponde agli esempi esposti nel precedente capitolo. In ω egli mi risponde 108. Poco dopo compare una forte elevazione del polso e del volume che attribuisco in parte allo sforzo cerebrale di questo lavoro mentale inaspettato.

Un'altra moltiplicazione che fece in seguito produsse ancora un afflusso più copioso di sangue al cervello, ma non venne seguita da una trasformazione posteriore. Alle 10, mentre scrivo un ultimo tracciato, egli fa spontaneamente una inspirazione profonda cui segue un abbassamento molto notevole del volume cerebrale.

§ 6. *Sonno prodotto dall'idrato di cloralio.*

Il 29 settembre alle ore 8, 20 pomeridiane faccio un' altra serie di osservazioni intorno al sonno che fu l'ultima perchè pochi giorni dopo Bertino abbandonava improvvisamente l' ospedale per restituirsi alla famiglia. Applicatagli la laminetta di guttaperca sulla fronte e coricatosi sul sofà, scrivo il polso del cervello come nelle precedenti osservazioni. Per ragioni di economia non essendomi possibile di riprodurre tutta la serie dei mutamenti che subì il polso nei quattro grandi fogli di tracciato raccolti in questa seduta, che durò circa tre ore, tralascio le osservazioni fatte nella

prima ora ed accennerò solo verbalmente le cose più importanti che risultano dall' ispezione dei tracciati che non riproduco.

Il polso cerebrale era dapprima piuttosto piccolo e catacrotico. Dopo 10 minuti di osservazione volgendomi al dott. De Paoli, dico che sarà meglio di amministrare subito un calmante a Bertino perchè dorma più tranquillo. Bertino quantunque fosse già avvertito che doveva prendere il cloralio prova una certa emozione; perchè dopo queste parole aumenta il volume del cervello e diventano più grandi le pulsazioni.

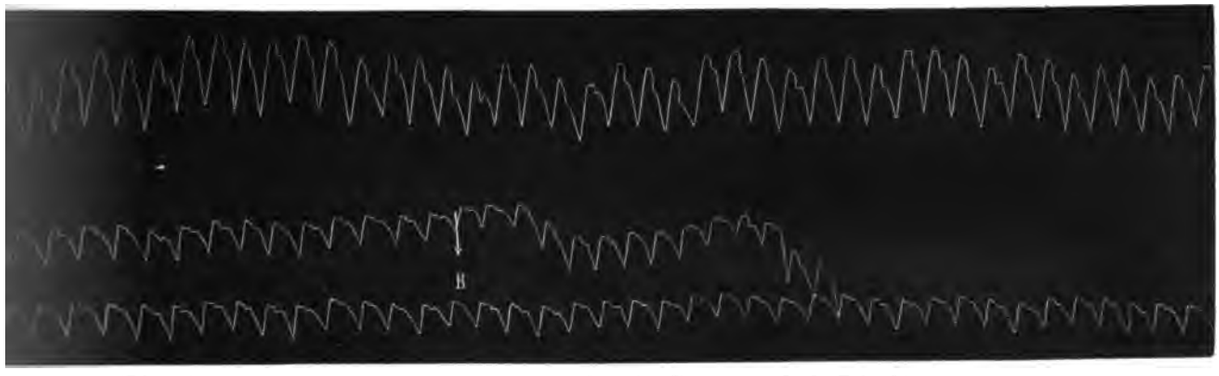
Nella linea successiva beve due grammi di cloralio sciolto nell' acqua con sciroppo. Immediatamente il polso diventa più piccolo.

È questo un fatto costante che qui constatiamo pel polso del cervello e che si riproduce anche nel polso dell' antibraccio, quando viene amministrato un rimedio qualsiasi. La contrazione che succede nei vasi è tanto più grande quanto è più spiacevole il sapore della bevanda amministrata.

In questo caso noi ci accorgemmo che l'ammalato bevette assai di mala voglia il rimedio quantunque non facesse parola.

Dopo 30 minuti non è ancora addormentato. Alle 9 giudicando dai movimenti respiratorî, mi pare che dorma; il volume del cervello presenta delle ondulazioni. Alcune riesco ad osservare che tengono dietro a qualche movimento inspiratorio più forte, altre non so da che cosa dipendono e perciò le chiamo spontanee. In parecchi punti, per conoscere come precede nel sonno la capacità di reagire alle impressioni esterne, faccio un leggero rumore battendo colla nocca del dito indice sulla tavola; e sempre in simili circostanze succede un aumento nel volume del cervello e si cambia leggermente la forma delle pulsazioni, come vedemmo già negli esempi precedenti. Bertino anche quando lo chiamo sottovoce non si muove. Egli dorme. Nella figura 29

Fig. 29.



Linea 1. *Polso del cervello di Bertino nel sonno prodotto dal Cloralio.* — 2. *In* B *lo chiamo per nome.* — 3. *Polso del cervello dopo che Bertino si è svegliato.*

la linea 1 rappresenta il polso del cervello di Bertino nel sonno: nella linea 2 in B lo chiamo forte per nome; Bertino si sveglia, muove le mani ed il corpo. In questo caso stando al tracciato manca un aumento nel volume del cervello passando dal sonno alla veglia; e si produce anzi una diminuzione della quantità di sangue contenuto nel cranio. Un inconveniente, cui non si poteva mettere riparo in queste

esperienze, sono i movimenti involontarî del corpo, del tronco e delle estremità che succedono spesso nel momento in cui ci svegliamo. Per questa ragione riesce difficile di interpretare giustamente l'abbassamento che succede nel tracciato del cervello in un istante in cui agiscono cause affatto contrarie. Comunque sia dobbiamo accettare il fatto che in questo caso vi fu nello svegliarsi una diminuzione della quantità del sangue contenuto negli emisferi cerebrali. Ritornerò fra poco su questo argomento con altro esempio analogo: per ora noto solo che dopo 15 secondi il cervello diventò più grande di prima e che le sue pulsazioni sono nella veglia due volte più grandi che nel sonno, come si vede nel tracciato 3 della figura 29.

Finita quest' osservazione mi alzo, fisso la curva, ed affumico due nuovi cilindri cercando di fare il meno rumore possibile. Frattanto Bertino si riaddormenta. Scrivo senza interruzione il polso del cervello per circa mezz'ora. Il tracciato si svolge molto regolare, di quando in quando compaiono delle ondulazioni che paiono doversi a un rallentamento dei battiti cardiachi come si vede nella seconda metà della linea 32, tavola VII. La linea che unisce la base delle pulsazioni si abbassa verso l'ascissa, e l'insieme del tracciato subisce una depressione. È probabile che tale diminuzione del volume dipenda da un movimento della respirazione più forte degli altri che mi passò inosservato. Infatti nella linea 36 che venne scritta circa un quarto d'ora più tardi io mi accorgo che Bertino eseguisce nel sonno una inspirazione più grande delle altre: faccio subito il segno I sulla curva del polso, e poco dopo succede una diminuzione nel volume del cervello ed un rallentamento nelle sistole del cuore.

L'aspetto di questa ondulazione è analoga alle precedenti. Malgrado questa profonda rassomiglianza ripeto che mi mancano dati positivi per attribuire alla medesima causa le ondulazioni, che corrispondono a un rallentamento del polso nelle linee 32 e 33, tavola VII.

Questa prudenza nel pronunciarmi credo che sia tanto più necessaria in quanto che più volte mi parve che simili variazioni nella frequenza del polso e nel volume del cervello si producessero in momenti in cui potei constatare che i movimenti del respiro erano regolari. Mi capitò spesso di vedere svolgersi delle modificazioni analoghe nei tracciati del cervello per cause provenienti dall' esterno. Nella linea 34 tossisco molto leggermente nel punto indicato con ↓. L' aumento del volume del cervello è appena visibile. Non arresto il cilindro, e nel minuto successivo in T tocco leggermente colla penna l'orecchio di Bertino. Si produce un leggero aumento nel volume del cervello e nel numero dei battiti cardiaci, cui succede una diminuzione del volume e della frequenza dei battiti medesimi sebbene io osservando attentamente il respiro non mi sia accorto che esso siasi modificato. Dopo questa osservazione ed altre analoghe, che non riferisco per brevità, ritengo come probabile, che fra le ondulazioni del cervello alcune dipendano da una variazione nell' energia e nella frequenza delle sistoli cardiache indipendentemente dalla respirazione.

Bertino non si sveglia. Scrivo subito dopo la linea normale 37 in cui non osservasi alcuna ondulazione. Nella linea successiva, che è l'ultima, faccio il segno S sul cilindro: quando la penna vi è sopra chiamo Bertino per nome ed egli si sveglia immediatamente. Siccome non gridai forte ed egli aprì subito gli occhi, devo credere che non fosse profondamente addormentato. La curva si è abbassata, ciò vuol dire

che il cervello diminuì di volume nello svegliarsi. Anche qui successe un movimento del corpo e del capo. Perchè la linea non scendesse sul tracciato precedente, apro il clarinetto e riconduco a zero la pressione nel timpano registratore. Mi accorgo appena fatta questa correzione che il cervello aumenta rapidamente di volume e devo aprire nuovamente il clarinetto. Queste manualità, che dovetti ripetere mio malgrado in tutte le esperienze fatte nel momento in cui Bertino si svegliava, mi rendono impossibile di poter ora definire con esattezza il momento in cui il cervello cessata la prima contrazione dei vasi ritornava al volume di prima e di quanto lo superasse.

Da queste osservazioni risulta però in modo certo che il cervello nel primo istante in cui ci svegliamo può subire una diminuzione di volume e contenere effettivamente meno sangue che nel sonno, e questo basta per rendere insostenibile l'ipotesi che attribuiva il sonno ad uno stato di anemia nel cervello.

CAPITOLO VI.

Considerazioni intorno alla natura del sonno e dei fenomeni che l'accompagnano.

§ 1.

Nel precedente capitolo abbiamo constatato che passando dalla veglia alla quiete profonda e da questa al sonno si modifica successivamente la circolazione del sangue nel cervello. Volgiamo ora uno sguardo sintetico ai fatti osservati e cerchiamo se è possibile di coordinarli fra loro. Nel sonno succede una dilatazione dei vasi nelle estremità che potemmo studiare nell'uomo misurando le variazioni di volume dell'antibraccio col pletismografo. Le ricerche fatte successivamente sulla forma del polso coll'idrosfigmografo, hanno confermato un corrispondente rilassamento delle pareti vasali. Ogni eccitazione proveniente dall'esterno genera una contrazione dei vasi nell'antibraccio ed un aumento successivo della pressione sanguigna che produce un afflusso maggiore di sangue al cervello. Se anche i vasi del cervello si contraggono, come succede nello svegliarsi improvviso, l'aumento generale della pressione produce egualmente una velocità maggiore del sangue negli emisferi cerebrali.

Il cuore nel passaggio dalla veglia al sonno rallenta alquanto la frequenza delle sistoli. Tale variazione è però il fenomeno meno apparente di quanti possano vedersi a colpo d'occhio nei tracciati. Contando per mezzo minuto le pulsazioni quali furono riprodotte nei tracciati, trovasi in media una diminuzione di 3 o 4 pulsazioni nel sonno: ma se prendesi come unità di misura un tempo più breve, il risultato può essere incerto, perchè nel sonno il cuore presenta delle variazioni notevoli nel ritmo dei suoi movimenti, come abbiamo constatato ripetutamente nelle osservazioni sopra riferite.

Gli stessi cambiamenti che si producono nel nostro organismo per l'attività cerebrale durante la veglia, si riproducono nel sonno per azioni esterne le quali non riescono a svegliarci.

Noi abbiamo veduto che una voce, un rumore, un toccamento, l'azione della

luce, od un'impressione esterna qualsiasi sono capaci di modificare il ritmo della respirazione, di far contrarre i vasi dell'antibraccio, di aumentare la pressione, e l'afflusso del sangue al cervello, e di mutare la frequenza dei battiti cardiaci accelerandone il ritmo. Se nell'istante in cui abbiamo constatato questi mutamenti nelle funzioni dell'organismo aggiungiamo una seconda azione esterna, tale da svegliare l'individuo soggetto alle nostre osservazioni, e lo interroghiamo subito intorno allo stato della sua coscienza, egli ci risponde, nel maggior numero dei casi, che dormiva profondamente: e non serba alcuna memoria dei fenomeni che passarono intorno a lui. Altre volte le impressioni esterne vengono percepite e destano dei sogni, od entrano a far parte di sogni già prima esistenti. Tanto in un caso quanto nell'altro manca una cognizione esatta dell'agente esterno; e queste impressioni cadute nel dominio dei sogni vengono tosto così snaturate, che anche svegliandosi immediatamente non ci è più possibile di afferrarne l'origine e l'entità.

Fin qui abbiamo preso in esame solo due specie di mutamenti che succedono nella circolazione sanguigna per fatti incoscienti; quelli cioè che dipendono da eccitamenti esterni e quelli che seguono i movimenti più forti della respirazione. Ora già nelle prime esperienze che eseguii nel 1874, e successivamente per studiare col pletismografo la circolazione del sangue nel sonno, mi accorsi che esistono nel braccio dei movimenti nei vasi sanguigni, cui diedi il nome di *spontanei*, che non dipendono da inspirazioni esagerate e che si producono anche mentre non ci accorgiamo di una azione esterna qualsiasi.

Coll'idrosfigmografo ho potuto studiare successivamente come si modifica la forma del polso durante i cambiamenti di volume delle estremità che osservai prima col pletismografo nel sonno: ma anche dopo questa indagine e malgrado ogni diligenza, rimaneva pur sempre questa categoria dei movimenti spontanei dei vasi che io non sapevo a cosa attribuire. Escluse le cause esterne e la respirazione, si doveva cercare nell'interno l'origine di questi fenomeni.

Sospettai dapprima che questi mutamenti della circolazione dipendessero da sogni che si svolgevano nel dormiente. Provai a destare le persone che si prestavano alle mie esperienze ed alcune volte constatai che realmente sognavano: ma nella maggior parte dei casi, anche quando veniva interrotto il sonno nell'istante medesimo che appariva la contrazione dei vasi, non ebbi una risposta che accennasse l'esistenza di un sogno o di una sensazione. Dopo i fatti osservati precedentemente si può ammettere per analogia, che simili variazioni nel movimento del sangue dipendano da processi, che si svolgono nei centri nervosi senza lasciare alcuna traccia nella memoria.

Le indagini che ho fatto sulla circolazione del sangue nel cervello della Caterina X e di Bertino confermarono pienamente questa supposizione. E noi abbiamo infatti osservato che, indipendentemente dalle cause esterne, possono comparire nel sonno delle forti variazioni nello stato dei vasi cerebrali senza che il dormiente svegliato sull'istante accusi la presenza di un sogno.

Che tanto nel sonno quanto nella veglia vi sieno dei fenomeni psichici, incoscienti è cosa ammessa da lungo tempo da parecchi psicologi. Le mie osservazioni non hanno in questo riguardo altro interesse se non di aver trovato nel campo dei fenomeni obbiettivi degli argomenti per analogia, i quali rendono probabile che

l'attività del cervello si continui nel sonno senza che la coscienza abbia sentore di questo lavoro delle idee. Questa dottrina venne sostenuta dal Carpenter e poi dal Maudsley il quale ammette (1) che « quando un' idea scompare dalla coscienza, non è necessario che vi scompaia intieramente; essa può rimanere latente sotto l'orizzonte della coscienza; le correnti del movimento molecolare diminuendo graduatamente prima che cessi per intero. Di più esso può produrre un effetto sopra il movimento, o sopra altre idee mentre rimane attiva sotto l'orizzonte della coscienza. Imperocchè quando troviamo essersi prodotto inconsciamente il medesimo effetto, che noi sappiamo essersi altre volte prodotto in noi per opera di una idea, ne inferiamo giustamente l'attività della medesima causa (2); tanto più che talvolta, quando la nostra coscienza è distratta inaspettatamente dalle sue operazioni, o richiamata da qualche cosa di cui prima era occupato il suo campo, sorprendiamo l'idea incosciente sul fatto. La persistenza di un certo grado di energia e di intensità del circuito di ideazione apparirà certamente essere la condizione della coscienza ». Questa dottrina dell'operare inconsapevole degli emisferi cerebrali, che a primo aspetto sembra inaccettabile come se includesse il concetto di uno spreco di lavoro ed un consumo inutile di energia quando l'attività delle idee si svolge senza che esista la coscienza, ha il vantaggio di spiegare molti fatti psicologici cui manca fino ad ora una interpretazione migliore. Non insisterò su questo argomento e soggiungerò solo, che mentre le mie indagini sul sonno ammettono una interpretazione conforme alla dottrina sostenuta pure del Maudsley, lasciano però sospettare che nel sonno vi esista un periodo di riposo talmente profondo degli emisferi cerebrali che cessa ogni lavoro delle idee. Tale sarebbe il periodo in cui i tracciati del cervello presi nel sonno diventano regolari ed uniformi.

§ 2.

Lo studio dei mutamenti che subisce la circolazione del sangue nel cervello e nell'antibraccio durante il sonno non può separarsi da quello dei mutamenti che vi corrispondono nella funzione del respiro. Così è che nel nostro corpo le varie parti sono tanto strettamente collegate fra loro, che sempre il mutamento nelle funzioni di una di esse tira con sè un mutamento nelle funzioni delle altre. Infatti noi abbiamo veduto ripetutamente nei tracciati del sonno che ad una inspirazione involontaria profonda corrisponde una diminuzione nel volume del cervello e dell'antibraccio, e che i vasi contraendosi modificano la forma del polso di questi organi.

Un capitolo assai interessante nella fisiologia del sonno è questo delle modificazioni che subisce il ritmo e la forma dei movimenti respiratorî. Ho già trattato tale argomento in una precedente Memoria intorno *ai rapporti della respirazione addominale e toracica:* e non vi tornerò sopra che per aggiungere alcune nuove osservazioni indispensabili alle considerazioni che sto ora svolgendo.

Nel sonno si producono delle modificazioni incoscienti del respiro, analoghe a quelle che abbiamo già osservate per la circolazione del sangue nel cervello e nell'antibraccio.

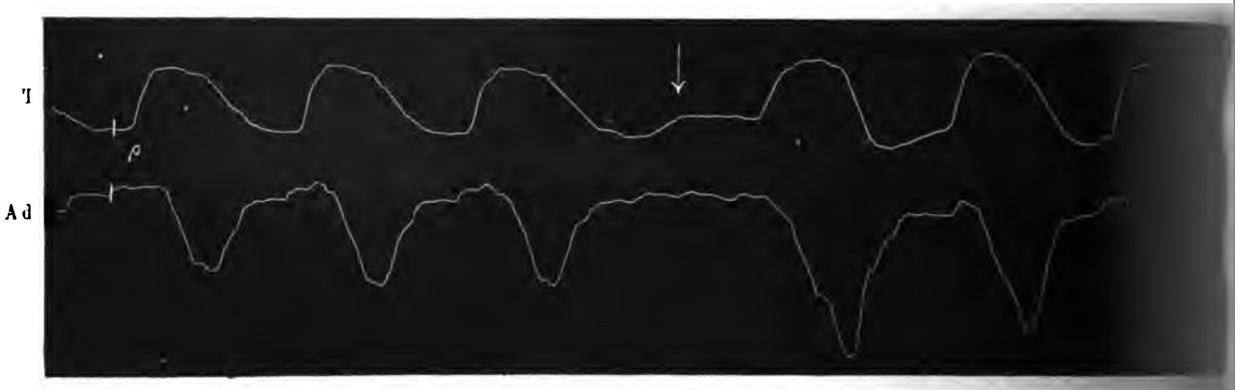
(1) Maudsley, *The physiology of mind.* London 1876 pag. 305.

(2) Questa asserzione venne recentemente impugnata da A. Herzen nella sua Memoria *Sul moto psichico e la coscienza.* Firenze 1879 pag. 49.

La fig. 30 rappresenta i movimenti respiratorî del sig. Caudana nel sonno. La respirazione toracica T è scritta col pneumografo di Marey. La curva T rappresenta perciò il movimento rovesciato: cioè quando il torace si eleva nell' inspirazione la curva T discende, e quando nell'espirazione il torace si abbassa la curva T si solleva. Viceversa la curva addominale Ad, che è scritta per mezzo di un timpano che poggia per mezzo del suo bottone sulla pelle presso l'ombellico, rappresenta il movimento delle pareti addominali come esso è in realtà, cioè nell'inspirazione si eleva e si abbassa nell'espirazione.

Caudana dorme profondamente: nel segno ↓ io tossisco involontariamente e subito la respirazione si modifica, benchè Caudana sia rimasto completamente immobile: osservando il tracciato noi vediamo che nel movimento espiratorio già incominciato vi succede una leggiera pausa e la curva espiratoria si prolunga assai più che non le precedenti.

Fig. 30.



Movimenti della respirazione nel sonno. — T Respirazione toracica. — Ad Respirazione addominale: scritte contemporaneamente. — In ↓ succede un leggero rumore che però non sveglia il dormiente.

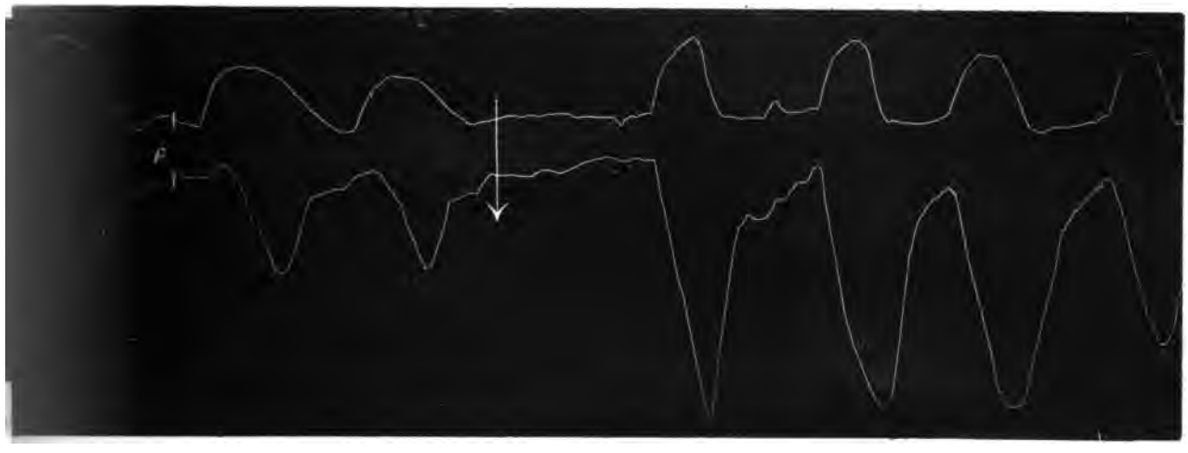
Dopo succede un' inspirazione più profonda e più rapida di prima: poi vi è come un leggiero principio di espirazione, cui succede un secondo movimento di espirazione più marcato e più forte. Basta di gettare un' occhiata sulla curva per convincersi che realmente i movimenti espiratorî del torace e dell'addome sono divenuti più forti.

La figura 31 rappresenta la continuazione dei tracciati precedenti quali furono scritti 1 minuto dopo, mentre Caudana dormiva profondamente. Dove c' è il segno ↓ lo chiamo per nome. Succede subito una profonda modificazione nel respiro. Caudana apre gli occhi, pochi secondi dopo scritte le ultime respirazioni contenute in questo tracciato. Gli domando se sentì tossire ed egli mi risponde che non sa nulla, che dormiva bene e non sognava.

Riprendiamo ora da principio questi due tracciati ed esaminiamoli attentamente per vedere tutte le serie delle trasformazioni che si produssero nei movimenti respiratorî per un suono che il dormiente svegliato prima che fosse trascorso un minuto dice di non aver sentito. Dopo esserci assicurati che le due penne stanno esattamente

sulla medesima linea verticale l'una sotto l'altra, come lo indica il punto di ritrovo P: il primo fatto che ci sorprende è la mancanza completa di corrispondenza fra i movimenti del torace e dell'addome. Infatti nel momento in cui il torace fa l'espirazione, l'addome rimane immobile. Quando incomincia l'inspirazione toracica succede invece un movimento di espirazione dell'addome perchè questo si abbassa. E mentre perdura l'inspirazione toracica succede un movimento di elevazione dell'addome analogo ad una inspirazione. Ho già spiegato nella Memoria sopracitata questa mancanza di correlazione fra i movimenti dell'addome e del torace che a primo aspetto può sembrare paradossale. La ragione di questo fenomeno sta in ciò che il diaframma dopo di essere stato nel giorno e nella veglia il muscolo più attivo nei movimenti della respirazione cade nel riposo del sonno in uno stato tale di inerzia che per poco non lo si direbbe un organo paralizzato. Nella veglia l'addome si eleva contemporaneamente alla dila-

Fig. 31.



Modificazione che succede nei movimenti della respirazione toracica T *e addominale* Ad *quando il dormiente viene svegliato in* ↓

tazione del torace perchè il diaframma si abbassa con movimento sincrono a quello degli altri muscoli respiratorî. Ma se questo per una causa qualunque cessa dal contrarsi, ne viene di necessità che dilatandosi il torace si affondi l'addome, perchè il diaframma che non presenta più una resistenza sufficiente verrà tirato in alto dalla pressione negativa che si stabilisce nella cavità toracica. Però durante l'inspirazione si desta l'attività del diaframma: non possiamo ammettere che la contrazione lo porti molto più in là della posizione che ha nel riposo, perchè nell'espirazione successiva l'addome rimane immobile, e qualche volta come si vede nel secondo tracciato invece di abbassarsi si solleva leggermente, spinto dalla pressione positiva che si produce nella respirazione toracica.

Questi fatti ci dimostrano che nel sonno è la espirazione toracica quella che ha il sopravvento e che il diaframma perde tanto della sua energia da seguire come una membrana presso che inerte le variazioni della pressione che succedono nella cassa toracica.

Appena succede un rumore, immediatamente e senza alcuna partecipazione della volontà e della coscienza cambia il ritmo e la forma della respirazione diaframmatica, che diventa più attiva. Le modificazioni nella funzione del diaframma si rendono assai più evidenti nella figura 31 dove lo chiamo forte per nome. Nel momento in cui pronuncio il nome di Agostino, subito si arresta il movimento del respiro e dopo si fa come prima una espirazione più profonda.

Il diaframma cessa di essere inerte e riprende le sue contrazioni movendosi di pieno accordo coi muscoli della cavità toracica. — Noi vediamo infatti che le curve addominali e toraciche si corrispondono assai meglio di prima: e l'espirazione succede nel medesimo istante tanto nell'addome quanto nel torace. La piccola differenza che trovasi ancora tra il principio della inspirazione toracica e addominale scompare nel tracciato 31, quando Caudana ebbe tempo di svegliarsi completamente. Un fatto che si impone all'occhio guardando questi tracciati è la modificazione profonda che essi subirono passando dal sonno alla veglia. La respirazione quasi esclusivamente toracica del sonno si trasformò nella veglia in un tipo quasi esclusivamente diaframmatico.

Questo fenomeno cui ho dato il nome di *alternazione nei movimenti respiratori* del diaframma e del torace, ci servirà fra poco per altre considerazioni sulla natura del sonno: per ora riteniamo il fatto che le cause esterne bastano a modificare profondamente il respiro senza svegliarci; e che nel sonno vi è tutta una serie di percezioni non coscienti, che possono modificare profondamente le funzioni dell'organismo senza lasciare alcuna traccia nella memoria.

§ 3.

Questi mutamenti che succedono a nostra insaputa costituiscono uno dei più meravigliosi congegni che si possano osservare fra le perfezioni della nostra macchina. La natura, quando cessa la coscienza, non poteva abbandonare il nostro corpo alle azioni del mondo esterno, o lasciarlo inerme nel pericolo di essere preda dei suoi nemici. Era necessario che anche nel sonno, e senza partecipazione della volontà, vi fosse una parte dei centri nervosi che vigilasse sul mondo esterno e che a tempo preparasse le condizioni materiali per il risveglio della coscienza. Ora se noi pensiamo ai fenomeni incoscienti che abbiamo veduto svolgersi nel sonno per cause esterne, ci apparirà evidente che tutti sono coordinati ad uno scopo: e che tutti convergono ad aumentare la circolazione del sangue nel cervello per risvegliarne nel pericolo la sua attività.

Io non credo di allontanarmi dal vero se asserisco che tutto l'insieme dei movimenti riflessi osservati nel sonno costituisce un vero apparecchio di difesa per l'organismo. Giacchè ci troviamo in un capitolo poco esplorato della fisiologia, mi sia permesso di risalire coll'aiuto delle moderne dottrine, all'origine di quest'alternativa del riposo e dell'attività dei centri nervosi che costituisce la veglia ed il sonno.

Spencer fa notare giustamente nei suoi principî di psicologia (1) « che se la vita avesse un tono uniforme, e se le condizioni terrestri fossero tali che delle azioni di qualunque specie potessero essere egualmente prodotte in un'epoca, od in un'altra, la riparazione e il consumo di tutti gli organi, compresi i centri nervosi si

(1) *Principes de Psychologie.* Paris 1875. Tome I. pag. 86.

compirebbe d'una maniera presso a poco uniforme in tutti. Ma la successione del giorno e della notte porta con sè una successione di attitudini più o meno grandi all'azione che ha il suo effetto nel deperimento e nella riparazione successiva degli organismi che si adattano a questa successione. Questo adattamento è dovuto manifestamente a ciò che sopravvive il più atto. Un animale costituito in modo che il consumo e la riparazione siano controbilanciati ad ogni istante nelle ventiquattro ore, sarebbe a parità di circostanze vinto da un nemico, o da un competitore, che potesse sviluppare una energia maggiore nel tempo in cui il giorno ne facilita l'azione: quantunque abbia un grado minore di energia durante le ore della notte in cui sta ritirato. Fu così che venne a stabilirsi necessariamente questa variazione ritmica dell' azione nervosa che noi chiamiamo sonno e veglia ».

Ora noi sappiamo per propria esperienza che il sonno ripara tanto più rapidamente le nostre forze quanto più esso è profondo: e che viceversa le apprensioni dell'animo mettono ostacolo ad un sonno riparatore.

Accettata l'opinione di Spencer intorno alla origine del sonno, ne risulta che il tipo più perfetto di un animale il quale deve tirare il maggior partito delle sue forze, sarà quello, che nella notte può riabilitarsi più rapidamente a nuove fatiche, abbandonandosi senza alcuna apprensione ad un sonno profondo.

Nel nostro organismo troviamo realizzate queste condizioni con mirabile semplicità.

L'uomo dopo le fatiche del giorno cerca un riparo e si addormenta. I muscoli delle estremità del tronco e del collo si rilasciano completamente. Le palpebre si abbassano e chiudono gli occhi. La respirazione cambia di ritmo, e mentre nella veglia era principalmente diaframmatica, nel sonno diventa pel contrario quasi esclusivamente toracica. Il rilasciamento del diaframma può essere così grande da crederlo inerte (1). I processi della combustione sono talmente scemati nell'organismo, che i movimenti della respirazione, che prima introducevano circa 7 litri di aria nei polmoni, hanno ridotto la ventilazione a solo 1 litro per minuto. Il cuore esso pure rallenta l'energia e la frequenza delle sue contrazioni: i vasi si dilatano, diminuisce la pressione del sangue e il corpo si raffredda sensibilmente.

In questo profondo assopimento vi è però tutto un sistema di nervi e di cellule nervose che conservano inalterate le loro funzioni e stanno vigilanti sul mondo esterno. Basta una voce, un rumore lontano, un raggio di luce che attraversi le palpebre, un toccamento leggiero, od un'impressione qualsiasi, perchè tosto si attivi la respirazione, perchè i vasi delle estremità si contraggano, il cuore aumenti l'energia e la frequenza dei suoi battiti, si accresca la pressione sanguigna e scorra più copioso il sangue al cervello. Ristabilite in questo modo le condizioni materiali della coscienza, si comprende che, nella lotta per la vita, avrà maggiore facilità di sottrarsi ai danni del mondo esterno l'organismo in cui sarà più completa e perfetta la vigilanza incosciente e che potrà passare più rapidamente dallo stato di profondo riposo a quello della sua completa attività, prima che sia troppo vicino il pericolo ed inevitabile il danno.

(1) A Mosso, *Sul polso negativo e sui rapporti della respirazione addominale e toracica.* Archivio per le scienze mediche 1878.

CAPITOLO VII.

Sulle ondulazioni dei tracciati cerebrali che dipendono dai movimenti dei vasi, o dal cuore.

§ 1.

Oltre alle *pulsazioni*, che sono prodotte dalle sistoli cardiache, e le *oscillazioni*, che dipendono dai movimenti respiratorî, vi sono nei tracciati del cervello delle curve generalmente più ampie cui diedi il nome di *ondulazioni*. Sotto questo nome generico ho compreso tutta una categoria di variazioni nel volume del cervello che dipendono da cause affatto differenti fra loro.

Per quanto fosse mio desiderio di classificare le ondulazioni in vari gruppi, secondo la loro causalità, fu solo per una serie relativamente piccola, che ho potuto stabilirne l'origine. Tutte le altre ondulazioni di cui non conosco la natura, le ho confuse, come risulta dal precedente capitolo, sotto la denominazione generale *di movimenti spontanei dei vasi*. Evidentemente io adopero qui l'aggettivo *spontaneo* nello stretto senso fisiologico, dichiarando, come ho già fatto altra volta, che non conosciamo attualmente la causa materiale del fenomeno, benchè implicitamente se ne ammetta l'esistenza. È nostro vivo desiderio che questo gruppo vada successivamente scomparendo e ceda posto ad una classificazione più naturale.

Le ondulazioni della pressione sanguigna (*wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes*) osservate primieramente da Traube nel cane e nel gatto, e studiate più tardi da Hering e Schiff, non costituiscono che un caso speciale di queste ondulazioni. I movimenti spontanei dei vasi, quando sono limitati ad una sola provincia del corpo, possono produrre delle ondulazioni nel tracciato pletismografico, ossia nella curva del volume di un organo, anche mentre rimane costante la pressione nei grossi vasi arteriosi, e mancano per conseguenza le così dette *wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes*. La ragione del possibile difetto di corrispondenza fra questi due fenomeni ci appare evidente, quando noi pensiamo che le *ondulazioni pletismografiche* sono un fenomeno spesso del tutto locale: mentre le *ondulazioni della pressione* sono un fatto generale, la cui influenza si riflette su tutta la circolazione. Noi vedremo nel seguente capitolo, colle esperienze fatte sopra i conigli, che può benissimo dilatarsi una certa provincia di vasi e produrre una ondulazione pletismografica, senza che perciò varii la pressione nei grossi vasi: a tale scopo basta che succeda contemporaneamente in un'altra parte del corpo una contrazione dei vasi, che compensi col suo effetto la diminuzione che sarebbesi altrimenti osservata nella pressione. Quando le ondulazioni pletismografiche corrispondono esattamente alle ondulazioni della pressione, in modo che la diminuzione del volume di un organo, venga accompagnata da un aumento della pressione, si può ammettere che la contrazione dei vasi sia causa della pressione maggiore; e viceversa, quando la dilatazione de' vasi, o l'aumento di volume, è contemporaneo ad una diminuzione della pressione manometrica nei grossi tronchi anteriori. Nelle presenti ricerche abbiamo confermata l'esistenza delle altre combinazioni, che sono ancora possibili, cioè aumento della pressione accompagnato da aumento nel volume di un organo:

e quello della diminuzione della pressione accompagnata dalla diminuzione del volume di un organo. Nel primo caso, come ad esempio nell'attività intellettuale, o nelle emozioni l'aumento del cervello era prodotto in modo passivo da un afflusso maggiore del sangue, per effetto dell'aumentata pressione sanguigna. Infatti a questa elevazione della curva pletismografica cerebrale corrisponde un abbassamento della curva pletismografica del braccio. Essendo questa la causa periferica dell'aumentata pressione nel cervello e della sua dilatazione, noi ci troviamo davanti ad una ondulazione che per brevità possiamo chiamare *passiva*.

Non si può fare dipendere la diminuzione di volume dell'antibraccio da un afflusso più copioso di sangue al cervello, perchè nell'attività cerebrale e nelle emozioni la diminuzione di volume di un solo antibraccio è per se stessa maggiore dell'aumento di volume che succede nel cervello.

Nel coniglio vedremo più tardi verificarsi il caso inverso: cioè una diminuzione della pressione, consociata ad uno stringimento dei vasi nell'orecchio. Nelle esperienze in cui l'energia e il numero delle contrazioni cardiache rimane costante, noi dobbiamo ammettere che la contrazione dei vasi nell'orecchio non sia per se stessa sufficiente ad elevare la pressione generale del sangue, e che debba nel medesimo istante esistervi una dilatazione dei vasi in altre parti del corpo, la quale compensa e distrugge l'effetto di questa ischemia parziale.

Nei limiti delle nostre osservazioni, e per breve spazio di tempo, dovendosi considerare come invariabile la quantità di sangue contenuta nel nostro corpo, non possiamo accettare l'opinione di Basch (1) e di altri i quali ammisero che ad ogni aumento della pressione debba succedere una elevazione della curva pletismografica, perchè tutti gli organi del corpo non possono contemporaneamente ingrossarsi. Anche l'inversa è falsa, quando voglia farsene una legge generale; perchè evidentemente non può nello stesso istante diminuire il volume di tutti gli organi del corpo per una contrazione dei vasi: ed il sangue cacciato da una parte del sistema circolatorio, deve necessariamente accumularsi in un'altra e produrre così in qualche organo un aumento di volume.

Le ondulazioni pletismografiche del cervello, che noi chiamiamo passive (quelle cioè che dipendono da una diminuzione, o da un aumento della pressione sanguigna, senza che vi prendano parte attiva i vasi dell'organo stesso), si distinguono da quelle attive, perchè in queste ultime la contrazione delle pareti vasali modifica il profilo delle singole pulsazioni.

FIG. 32.

Ondulazione pletismografica passiva del cervello.

(1) *Die Volumetrische Bestimmung des Blutdrucks an Menschen.* Medizinischen Jahrbüchern 1876. IV.

I tracciati 32 e 33 bastino a dare un esempio di questa differenza.

Il polso cerebrale di Bertino aveva una forma decisamente tricuspidale, all'improvviso e senza causa nota succede una depressione della curva, fig. 32. Le singole pulsazioni scendono verso l'ascissa e diventano più piccole, ma la loro forma non cambia e la frequenza delle singole pulsazioni rimane costante. La registrazione continua; nel tracciato che non riferisco appaiono delle leggiere oscillazioni respiratorie e quindi dopo un minuto, nel tracciato 33, compare un' altra depressione della curva che si differenzia dalla prima per la modificazione profondissima che succede nella forma delle pulsazioni; le quali da anacrotiche diventano catacrotiche. Questo mutamento è tanto più degno di essere preso in considerazione, perchè la diminuzione nel volume del cervello è in questo caso di molto inferiore a quella che si è prodotta precedentemente, mentre rimane presso che inalterata la forma delle pulsazioni.

Fig. 33.

Ondulazione pletismografica del cervello prodotta da una contrazione dei vasi sanguigni di quest'organo.

Le osservazioni già esposte, ed i fatti che verremo successivamente enunciando, ci mostrano che nel tracciato 33 vi fu una contrazione dei vasi del cervello, e ci fanno ammettere una diminuzione della pressione nel tracciato 32.

Fra le ondulazioni pletismografiche passive noi mettiamo anche quelle che dipendono da un mutamento nell'efflusso venoso. Evidentemente un organo può aumentare o diminuire di volume, se aumenta o diminuisce l'afflusso di sangue arterioso, mentre rimane costante l'efflusso venoso: ma può anche aumentare o diminuire di volume, se diminuisce o aumenta l'efflusso venoso, mentre rimane costante l'afflusso arterioso. Ora studiando i tracciati del polso cerebrale, noi vediamo che spesso si producono delle variazioni nella parte inferiore verso l'ascissa. Mentre la nostra attenzione venne prima rivolta specialmente alla sommità delle singole pulsazioni, noi dobbiamo ora fissarla sulla base delle medesime.

Fig. 34.

Ondulazione pletismografica del cervello prodotta da una variazione nell'eflusso del sangue venoso.

Nel tracciato fig. 34 preso sopra il giovane Thron noi vediamo infatti che le pulsazioni diventano successivamente più piccole, malgrado che succeda un leggiero aumento di volume; e dopo crescono di altezza mentre succede una leggiera diminuzione di volume. Le ondulazioni più forti non si producono nel seguito di questo tracciato nella linea spezzata che unisce il vertice di tutte le pulsazioni, ma bensì in quella

inferiore che unisce la base delle medesime. Per spiegare questo fenomeno noi dobbiamo necessariamente ammettere che la prima ondulazione venne prodotta come le successive sotto un minore deflusso del sangue venoso.

Le indagini che ho fatte sulle *ondulazioni pletismografiche* diedero risultati del tutto analoghi a quelli che Mayer (') aveva già ottenuto per le *ondulazioni della pressione*; per cui posso anch'io conchiudere che « non vi è un rapporto fra il ritmo dell'innervazione per i movimenti respiratorî, col ritmo dell'innervazione pei vasi sanguigni ».

FIG. 35.

Caterina X — *Ondulazione pletismografica del cervello prodottasi durante il sonno.*

La fig. 35 rappresenta una profonda ondulazione, prodottasi nel volume del cervello di Caterina X durante il sonno, cui non corrisponde alcuna azione esterna e che non dipende dai movimenti respiratorî, la cui influenza è già indicata nella presente figura dalle oscillazioni respiratorie corrispondenti.

Le ondulazioni spontanee dei vasi sono un fenomeno che non è in alcun rapporto, nè coll'innervazione, nè coi movimenti dell'apparato respiratorio (Traube ed Hering); che si produce senza che possa credersi dipendente da una certa venosità del sangue arterioso (Cyon, Hering) per accumulo di CO_2, o per difetto di ossigeno. È un fenomeno affatto normale, che interpretiamo come un cambiamento nella elasticità dei vasi, perchè non scorgiamo una corrispondente modificazione nel polso dell'antibraccio.

Le ondulazioni spontanee dei vasi cerebrali non hanno un ritmo costante, e il tracciato del cervello può rimanere spesso per lungo tempo orizzontale, senza altre elevazioni che quelle del polso; e ciò anche quando nel braccio si vedono le oscillazioni respiratorie.

Ho già detto altrove che il metodo per distinguere i cambiamenti nel volume e nella forma del polso, che dipendono da una causa generale, da quegli altri che sono locali e proprî del cervello, consiste nel registrare contemporaneamente il polso di quest'organo con quello di un'altra parte del corpo, l'antibraccio ad esempio. Trovando, come mi capitò spesso, dei tracciati dove le ondulazioni del cervello e dell'antibraccio non si corrispondono, noi abbiamo il diritto di arguire che in questi casi esse sono fra loro indipendenti.

§ 2.

Le osservazioni sopra descritte fatte nell'uomo hanno dimostrato che le ondulazioni dei tracciati pletismografici non dipendono dai movimenti respiratorî e che esse non si corrispondono sempre in due parti del corpo che si osservino contemporaneamente. Un esame anche superficiale dei tracciati precedenti basta per assicurarci

(') S. Mayer, *Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.* Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1877 pag. 296.

che le ondulazioni non dipendono certo da un mutamento nella frequenza delle sistoli cardiache.

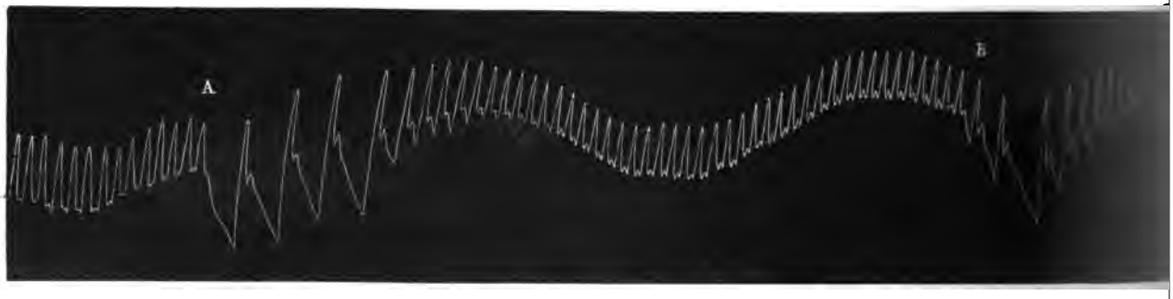
È interessante il fatto che qualche volta le ondulazioni della pressione si svolgono presso che inalterate, malgrado che i movimenti del cuore subiscano delle profonde modificazioni. Valga un esempio per tutti.

Fig. 36.

Ondulazioni della pressione sanguigna nell'arteria carotide di un cane.

Scrivo il polso della carotide di un cane con un timpano a leva pieno di carbonato di soda e trovo che vi sono delle profonde ondulazioni, affatto indipendenti dai moti del respiro, fig. 36. La forma del polso non si modifica in queste profonde ondulazioni. Per vedere l'influenza che un rallentamento delle sistoli esercita sulla forma delle ondulazioni, scopro un nervo vago e lo chiudo in mezzo ad una pinzetta come quelle che si usano per l'irritazione elettrica dei nervi; rimetto l'apparecchio nella ferita ed aspetto che la respirazione sia nuovamente tranquilla e normale. Le ondulazioni nella figura 37 persistono come prima molto forti. In A faccio una prima irritazione che dura pochi secondi. Il cuore rallenta immediatamente i suoi battiti e succedono 4 o 5 pulsazioni più lente e più forti.

Fig. 37.



Ondulazioni della pressione sanguigna nell'arteria carotide del medesimo cane, mentre in A *ed in* B *si fa una irritazione elettrica del nervo vago.*

Se si osserva la linea che passerebbe per l'apice di tutte le pulsazioni e quella che unirebbe l'elevazione dicrotica delle medesime, si vede che la curva continua a salire regolarmente malgrado che sia divenuta molto minore la frequenza dei battiti cardiaci. Pare che si stabilisca una compensazione fra l'ampiezza delle contrazioni cardiache e la loro frequenza. Il valore medio della pressione non diminuisce di molto, perchè malgrado sia scemato il numero delle contrazioni, il cuore nell'unità di tempo spinge nei vasi una quantità corrispondente di sangue con delle contrazioni molto più poderose.

In B mentre la curva sta per discendere faccio una seconda irritazione momentanea del vago. Le contrazioni diventano subito più lente e l'ondulazione della curva procede quasi inalterata.

§ 3.

I mutamenti che subisce la circolazione cerebrale vennero fino a questo punto considerati esclusivamente in rapporto coll'azione dei vasi sanguigni: ci restano ora ad esaminare le ondulazioni dei tracciati cerebrali che dipendono dal cuore.

Nel precedente capitolo intorno alla circolazione sanguigna nell'attività cerebrale e nel sonno, siamo passati in silenzio sull'azione cardiaca, per evitare una complicazione e studiare isolatamente i fenomeni che entrano come fattori in questo intricatissimo problema. Ma vi è una reciprocità costante fra i mutamenti che hanno luogo nelle funzioni dei vasi e del cuore. E se ci mettiamo ad esaminare i tracciati della veglia e del sonno troveremo sempre più o meno distinta questa correlazione. Dei molti esempî che potrei riferire in proposito mi basta di rammentare quanto ho già esposto nel capitolo V. parlando dei fenomeni osservati nel sonno (tav. VII.).

Bertino dormiva profondamente nel segno ↓ lo tocco leggermente all'orecchio colla penna. Egli non si sveglia, ma i suoi vasi reagiscono come si vede dall'elevazione che succede nel cervello di cui le pulsazioni diventano alquanto più piccole. Dopo le pulsazioni si fanno più grandi di prima, il cervello diminuisce alquanto di volume. In questo istante le pulsazioni del cuore sono divenute più lente. Si ripete lo stesso esperimento nella linea superiore con eguale risultato.

Nello stesso foglio vi sono altri esempî di un rallentamento spontaneo del cuore.

Nel cervello quando scema la frequenza delle sistoli cardiache osservasi ora una diminuzione ed ora un aumento del suo volume. Incominciamo col primo caso che ritengo il più semplice. Nel giovane Thron il volume del cervello presenta di quando in quando dei profondi avvallamenti, che non sono in rapporto colla respirazione, come si vede nella figura 38. Mentre il tracciato nel suo complesso va abbas-

Fig. 38.

Thron. — *Ondulazione pletismografica del cervello dovuta a un rallentamento dei battiti cardiaci.*

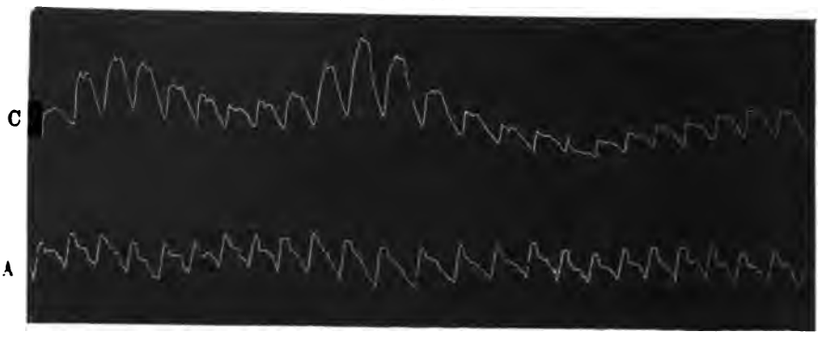
sandosi, le singole pulsazioni sono più lente e più grandi. Altre volte questi periodi sono più frequenti e le depressioni meno distinte. Ho scelto l'esempio di una grande ondulazione perchè non si credesse che abbiamo qui da fare con un fenomeno che dipende dalla respirazione.

L'interpretazione più semplice che parmi si possa dare di questo fenomeno è la seguente. Il cuore colla frequenza e l'energia delle sue contrazioni, tiene così dilatato il cervello, che la cicatrice distesa sopra la breccia del cranio non può pulsare che assai debolmente. L'efflusso venoso non permette un abbassamanto notevole della

curva sul finire di ogni pulsazione, come si vede nella fig. 38. In queste circostanze, se il cuore rallenta il ritmo dei suoi battiti, la pausa fra le sistoli divenendo più lunga, lo sgorgo venoso acquista il predominio: il volume del cervello diminuisce, e le pulsazioni divengono più distinte. Queste ondulazioni dovute al rallentamento dei battiti cardiaci si possono ripetere 4 o 5 volte al minuto, come avemmo spesso occasione di osservare nel giovane Thron.

Dopo aver già riferito nelle osservazioni fatte sopra Bertino nel sonno alcuni esempî molto evidenti di una diminuzione nel volume del cervello prodotta da un rallentamento dei battiti cardiaci, presento ora un tracciato dove agiscono contemporaneamente sul polso cerebrale: 1° la contrazione e il rilassamento dei vasi sanguigni nell'antibraccio; 2° la variazione nella frequenza del polso; 3° la variazione nell'energia delle sistoli cardiache. Nel principio della figura 39 vi sono 4 pulsazioni durante le quali il vo-

Fig. 39.



Bertino — *Variazioni prodotte nel polso del cervello* C, *e dell'antibraccio* A, *per mutamenti succeduti nello stato dei vasi, nell'energia e nella frequenza dei battiti cardiaci.*

lume dell'antibraccio e del cervello presentano una variazione analoga. La sesta pulsazione dura alquanto meno delle altre. Il volume dell'antibraccio è in via di aumento, invece nel cervello vi è una diminuzione. All'ottava pulsazione si manifesta una contrazione dei vasi nell'antibraccio, perchè questo diminuisce, mentre il cervello aumenta di volume. Quindi succede un rallentamento molto notevole dei battiti cardiaci; le sistoli del cuore si rinforzano; ma l'altezza delle pulsazioni nell'antibraccio non corrisponde a quelle del cervello, perchè queste aumentano rapidamente nel principio in cui si manifesta la contrazione dei vasi nell'antibraccio, ed incominciano a diminuire di altezza quando nell'antibraccio diventano invece più grandi. Al rallentamento dei battiti cardiaci tien dietro in questo caso una diminuzione nell'altezza del polso cerebrale.

Potrei riferire altri tracciati, dove ho scritto contemporaneamente il polso del cervello e i movimenti respiratorî, da cui risulta che una simile variazione nella frequenza dei battiti cardiaci può esistere anche mentre il respiro rimane immutato nella sua forma e nel suo ritmo.

Ritornerò sopra questo fenomeno paragonando l'effetto di una profonda inspirazione sul polso cerebrale nella veglia e nel sonno; per ora aggiungo solo, che dalle osservazioni fatte sul cervello e sull'antibraccio si può stabilire come regola, che

quasi sempre il rallentamento nella frequenza dei battiti cardiaci è preceduto da una contrazione dei vasi nell'antibraccio, e da un leggero aumento nella frequenza del ritmo cardiaco.

Quando il volume del cervello aumenta per una causa meccanica, come nella respirazione e negli sforzi muscolari, il rallentamento contemporaneo dei battiti cardiaci non si rivela con un abbassamento del tracciato cerebrale, perchè l'effetto di questa causa viene compensato dalle azioni concomitanti, e particolarmente dalla congestione venosa. Gli esempi in proposito ottenuti mentre una persona si alza, o si siede, oppure fa uno sforzo sono troppo facili a comprendersi, perchè io ne riferisca i tracciati, od insista sul meccanismo della compensazione con altre parole.

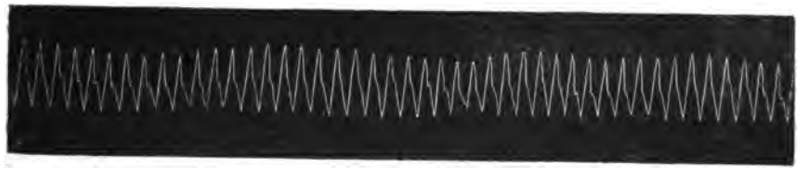
§ 4.

Quanto alle ondulazioni che dipendono dalla mutata energia del cuore, mentre rimane costante la frequenza, devo confessare che affronto questo argomento con una certa trepidazione: perchè si tratta qui di un campo poco studiato nella fisiologia della circolazione, dove le indagini che io ho fatto sull'uomo e sugli animali non mi condussero ancora a risultati che mi soddisfacciano. Sebbene si debba credere che l'energia delle contrazioni cardiache sia soggetta a variazioni periodiche anche nello stato normale, i fatti positivi registrati sono molto scarsi.

Raccomando ai colleghi cui si presenta nella clinica assai più spesso occasione di osservare ammalati con forti variazioni nell'energia dell'impulso cardiaco, di applicare rigorosamente il metodo grafico: e di scrivere contemporaneamente i moti del respiro, del cuore, il polso della carotide e dell'antibraccio. Quando invece di studiare il polso in una sola parte dell'organismo noi applichiamo uno strumento registratore sulla carotide, o dentro un grosso tronco arterioso qualsiasi, si trova spesso che la forma del polso rimane presso che immutata, anche durante forti variazioni della pressione. La fig. 36 ci dà un esempio di profonde ondulazioni, dove solo nell'avvallamento le pulsazioni si fanno alquanto più piccole, conservando inalterato il loro tipo, eccetto il dicrotismo che diviene alquanto più spiccato.

Stabilito questo fatto che le variazioni della pressione possono essere relativamente grandi, senza che perciò si muti la forma del polso: ecco un altro tracciato preso egualmente nella carotide di un cane dove le ondulazioni sono meno grandi e ciò nullameno i mutamenti che vi corrispondono nella forma del polso sono assai più cospicui.

Fig. 40.



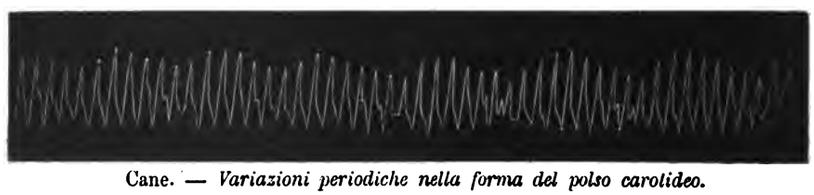
Cane. — *Variazioni periodiche nella forma del polso carotideo.*

Questa differenza si percepisce facilmente tanto quando si fissa l'attenzione sull'altezza delle elevazioni dicrotiche nella fig. 40, come quando si considera la linea che riunirebbe l'apice di tutte le pulsazioni. Si vede che il frammento riferito contiene

nel principio 5 pulsazioni, che sono il termine di una precedente ondulazione; poscia vi succede una ondulazione che abbraccia circa 20 pulsazioni, e quindi due ondulazioni più brevi. Mentre tengo sott'occhio i tracciati di tutte l'esperienze fatte su questo cane per mezzo della cloroformizzazione trovo che vi furono immediatamente prima delle ondulazioni assai più lunghe che certo non dipendevano dalla respirazione.

Qualche volta le variazioni sono più frequenti nel loro ritmo e sono anche più spiccate le differenze nel profilo di ciascuna pulsazione, come si osserva nel seguente tracciato preso dalla carotide di un cane di media grandezza, circa 2 minuti dopo che gli si injettarono sotto la pelle della gamba 0,02 gr. di solfato di stricnina.

FIG. 41.



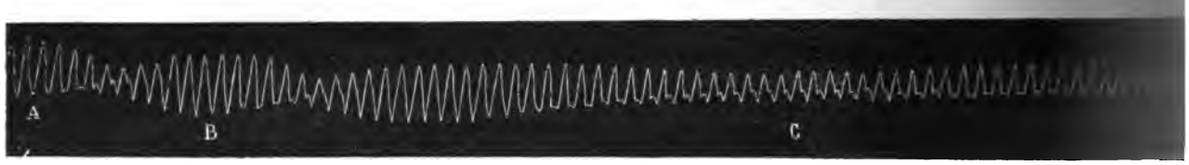
Cane. — *Variazioni periodiche nella forma del polso carotideo.*

Le ondulazioni della linea che unisce l'apice di tutte le pulsazioni non corrispondono esattamente per la loro forma alle ondulazioni della linea inferiore che unisce la base delle pulsazioni medesime.

Se partiamo dalla più alta pulsazione di ciascun periodo, noi troviamo che le successive perdono di altezza. La pressione diminuisce in questa prima parte decrescente del periodo e il dicrotismo diventa più manifesto: poi succede una sistole del cuore in apparenza più piccola, ma senza che cambii il ritmo della frequenza.

La linea inferiore si alza ed incomincia la seconda fase crescente del periodo, in cui le pulsazioni aumentano nuovamente di altezza. Queste ondulazioni mi hanno l'aspetto di essere prodotte da una variazione nell'energia delle sistoli cardiache.

FIG. 42.



Cane. — *Variazioni periodiche nella forma del polso della carotide.*

La forma del loro ritmo è incostante. Mentre talora abbraccia appena 3 o 4 secondi, può nello stesso animale, e senza che nulla sia mutato, apparire un' ondulazione che si estende per quasi mezzo minuto; come si osserva nella seguente figura in cui due periodi brevi A, B, vengono seguiti da un lunghissimo periodo C, il quale certo non dipende dalla respirazione.

Circa 10 secondi dopo il polso della carotide, senza che siasi nulla mutato nella esperienza, prende la forma indicata nella fig. 43 dove i periodi abbracciano appena 5 o 6 pulsazioni.

Dinnanzi a tali osservazioni è naturale che io abbia dovuto subito assicurarmi

se questo fenomeno non fosse in relazione col respiro. Applico all'animale un pneumografo e trovo che i movimenti della respirazione hanno la stessa frequenza delle sistoli cardiache. Aspetto qualche minuto, registrando contemporaneamente il polso della carotide colla respirazione, e vedendo che non comparisce alcuna variazione periodica nella forma delle pulsazioni, ricorro al metodo di fare una nuova inalazione di cloroformio, che mi aveva già servito altre volte per ottenere la produzione dei periodi.

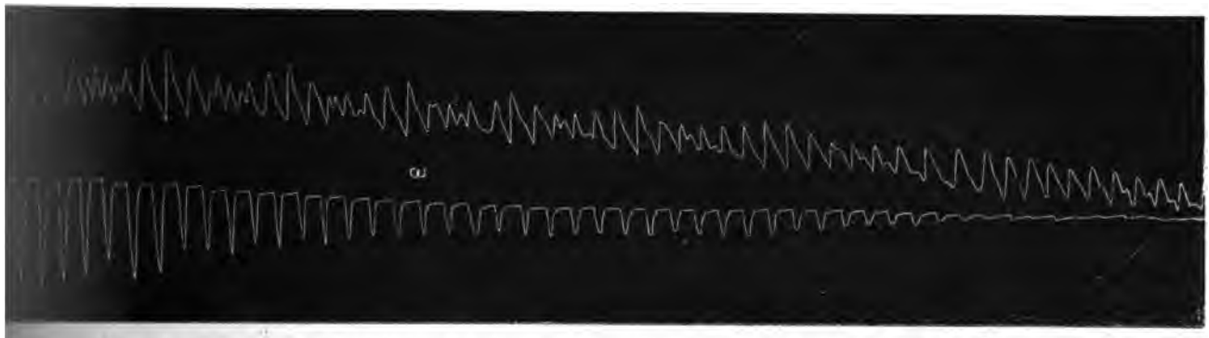
Fig. 43.

Cane. — *Variazioni periodiche nella forma del polso carotideo.*

Poco dopo che cessai di amministrargli il cloroformio comparve il fenomeno. Dai tracciati, che per brevità non riferisco, risulta che la profondità delle respirazioni non è in rapporto colle variazioni periodiche nella forma del polso.

Cessata l'azione del cloroformio l'animale si ristabilisce e tutto rientra nelle condizioni di prima. A questo punto faccio eseguire una inalazione più profonda di cloroformio. Mentre persiste ancora l'amministrazione del cloroformio, appariscono già nel polso le variazioni periodiche. In ω, fig. 44, fo segno che si allontani dalla cannula legata

Fig. 44.



Cane. — *Variazioni periodiche nella forma del polso carotideo sotto l'influenza del cloroformio. La linea inferiore rappresenta i movimenti respiratorî del torace.*

nella trachea l'inalatore del cloroformio. Il tracciato dimostra che la pressione del sangue e la forza dei moti respiratorî vanno diminuendo successivamente. I movimenti del cuore sono alquanto più frequenti, che non quelli della respirazione: e mentre l'ampiezza di questi ultimi decresce con una grande regolarità, il polso della carotide offre dei periodi molto pronunciati con altezza ora maggiore ed ora minore delle sue pulsazioni. I periodi diventano sempre più lunghi a misura che diminuisce la pressione del sangue.

CAPITOLO VIII.

Sui movimenti dei vasi sanguigni nell' orecchio del coniglio.

§ 1.

Nel 1854 M. Schiff (1) chiamò per la prima volta l'attenzione dei fisiologi sopra i movimenti che presentano i vasi sanguigni nell'orecchio del coniglio (2). È noto a tutti che nel mezzo del padiglione dell'orecchio di questo animale scorre un'arteria la quale si dirige dalla base verso la sommità, e si ramifica in modo da formare due vene sul margine del padiglione stesso. Schiff osservò che quest'arteria presenta dei movimenti alterni di contrazione e di rilasciamento che non corrispondono alle sistoli e alle diastoli del cuore. Guardando per trasparenza l'orecchio del coniglio, si vede che di quando in quando l' arteria diminuisce di diametro fino a scomparire completamente, e che dopo ingrossa rapidamente e si dilata diffondendo il sangue nelle sue ramificazioni, per cui le vene esse pure inturgidiscono e diventano più grandi. Questa iperemia dell'orecchio dura alcuni secondi, e quindi l'arteria e le sue ramificazioni si restringono e scompaiono gradatamente, mentre le vene esse pure diventano mano mano più piccole. Schiff dopo aver osservato che questi movimenti si alternano con un certo ritmo, ripetendosi 5 o 6 volte al minuto, diede a questa arteria il nome di cuore accessorio.

Non è qui il luogo di aprire una discussione intorno ad un nome che attribuisce all' arteria dell'orecchio una funzione che forse non ha: però accettiamo il fatto quale venne dopo confermato da tutti; e cerchiamo se per mezzo di nuove osservazioni non riesce possibile di trovare una interpretazione di questo fenomeno, che lo avvicini e lo faccia confondere coi fenomeni precedentemente studiati nell'uomo; spogliandolo di quel carattere di eccezionalità con cui si erano fino ad ora presentati i movimenti dei vasi nell'orecchio del coniglio.

Nel ripetere le osservazioni dei miei predecessori volli mettere in opera delle precauzioni, che forse erano fino ad oggi sembrate superflue. Invece di osservare direttamente il coniglio tenendo l'orecchio fra le mani, dopo di aver messo l'animale sopra una tavola, pensai di evitargli ogni emozione, mettendomi in posizione di poter guardare le sue orecchie, senza che egli se ne accorgesse. A tale scopo feci costrurre una gabbia che chiudeva completamente il vano di una finestra senza che i conigli potessero vedere nella stanza.

Nella parete rivolta verso l'interno feci alcuni fori, in modo da guardare nella gabbia senza essere veduto. Con questo semplice artificio io potevo a mio piacimento sorprendere i conigli nella loro vita intima, e studiarli, mentre essi erano del tutto

(1) *Sur un cœur arteriel accessoire dans le lapin.* Comptes rendus. Vol. 39 pag. 508, 1854.

(2) Tralascio per brevità tutta la bibliografia che si riferisce a questo argomento e ricorderò solo, che dopo le classiche osservazioni fatte da Haller e da Spallanzani sui movimenti dei vasi sanguigni nel mesenterio, vennero constatati movimenti analoghi nei vasi della membrana interdigitale della rana, nelle arterie della torpedine, nella coda dell'anguilla, nelle vene che scorrono sulla membrana delle ali dei pipistrelli, e nelle branchie del proteo anguino.

tranquilli, senza l'ombra del sospetto che qualcuno potesse spiarli. Credo quasi inutile soggiungere che tale precauzione mi venne in mente dopo i fatti descritti nel precedente capitolo, da cui risultò che si producono dei mutamenti molto considerevoli nello stato dei vasi, per cause che erano passate fino ad ora quasi del tutto inosservate. Le osservazioni fatte con questo metodo corrisposero completamente alla mia aspettazione. Le contrazioni e le dilatazioni periodiche dei vasi nell'orecchio, cioè le sistoli e le diastoli del cuore accessorio, nella calma dell'animale cessano quasi completamente. L'arteria può rimanere per un tempo lunghissimo, spesso per ore, del tutto dilatata senza che si produca alcun stringimento; e ciò specialmente nella state quando gli animali si abbandonavano ad una profonda tranquillità; senza che mai potessi sorprenderli nel sonno. Lo stato assoluto di riposo non è però sempre accompagnato da una dilatazione dei vasi.

Nella medesima gabbia può succedere di osservare due animali di cui uno conserva per lungo tempo le orecchie pallide, mentre l'altro invece, in condizioni esterne del tutto identiche, mostra una forte dilatazione delle arterie.

In generale nelle mattinate fredde dell'autunno, o della primavera, le orecchie dei conigli sono più pallide che nel meriggio. Alcuni animali sono più facili alla dilatazione ed altri alla contrazione dei vasi auriculari. Io sceglievo di preferenza conigli giovani ed albini; ma anche nei conigli vecchi, o bigi, sono egualmente facili simili osservazioni.

Quando si studiano attentamente i movimenti dei vasi sanguigni in un coniglio assolutamente tranquillo, si può quasi sempre riconoscere che la causa della contrazione è dovuta ad un fatto psichico, o ad un agente esterno.

Spesso mentre l'animale ha le orecchie rosse e respira regolarmente, osservasi un mutamento nel ritmo della respirazione: l'animale solleva la testa e guarda intorno o fiuta, ed ecco succede una contrazione dei vasi, e l'orecchio diventa pallido. Dopo pochi secondi si dilatano nuovamente i vasi se tutto rimane tranquillo. Producendosi un rumore si ripete una contrazione. Un fischio, un grido, il suono delle campane di una chiesa vicina, l'abbaiare dei cani, un raggio di sole che penetra nella gabbia, tutto produce una contrazione, se l'animale è tranquillo e i vasi sono dilatati. In queste condizioni di riposo e di tranquillità può asserirsi, che lo stato dei vasi dell'orecchio, è l'immagine dello stato psichico dell'animale, e nulla passa in lui, o nel mondo esterno, senza che esso non reagisca coi suoi vasi.

Animali simili dotati di una grande sensibilità del sistema vasale si incontrano assai spesso; ed io ne ebbi parecchi che furono non solo per me, ma anche per molti dei miei amici uno spettacolo graditissimo pel modo squisito con cui essi reagivano ad ogni impressione esterna.

Altri conigli, senza che io ne sappia il perchè, presentano pressochè continuamente i vasi contratti, e le loro orecchie si conservano fredde ed anemiche: forse per la grande diffidenza che li tiene in uno stato continuo di apprensione. Questo contrasto si mostrò più che mai evidente tra il padre e la madre di 3 conigli; questi ultimi avevano una continua iperemia delle orecchie, e i loro vasi reagivano a tutti gli eccitamenti esterni: il padre e la madre conservavano costantemente anemiche le loro orecchie.

Dopo aver osservato ripetutamente questo fatto sopra un grande numero di conigli, io credo di poter stabilire che: *i movimenti dei vasi sanguigni nell'orecchio del coniglio sono in rapporto colle emozioni e collo stato psichico dell'animale.*

§ 2.

Il mutamento nello stato dei vasi non è il solo fatto con cui si rivelino nel coniglio i cambiamenti dello stato psichico; guardando attentamente un animale tranquillo si vede spesso che la contrazione dell'arteria è accompagnata da un cambiamento nel ritmo e nella profondità dei movimenti respiratorî. Questo fenomeno mi era divenuto così famigliare, che mi bastava di vedere il naso del coniglio per sapere quando producevasi una contrazione dei vasi nell'orecchio.

Dopo aver osservato che un animale per oltre mezz'ora, od anche per un solo quarto d'ora, non aveva presentato alcuna variazione nello stato dei vasi auricolari, aprivo la gabbia dalla parte superiore ed afferrato il coniglio per la pelle del dorso, o del collo lo mettevo sul tavolo. Osservato l'orecchio contro luce trovasi in questo primo istante quasi sempre pallido ed anemico; poco dopo l'arteria e le sue ramificazioni si dilatano. L'iperemia dell'orecchio è così grande che nel medesimo animale non mi parve maggiore, anche dopo il taglio del simpatico al collo. L'occhio stesso basta per convincersi che qui vi è un vero *sfiancamento dei vasi*, *od una sopradilatazione* come dissero i sigg. Dastre e Morat (1). A questa grande iperemia dell'orecchio succede uno stato di pallore e quindi un altro arrossamento: e così alternando, in modo che il pallore e l'iperemia possono in alcuni casi comparire 10 volte al minuto, benchè in regola generale non si producano in queste condizioni che 4 o 5 variazioni.

L'animale, come può facilmente immaginarsi, essendo proverbiale la timidità del coniglio, trovasi in uno stato di apprensione. Il suo sguardo, l'atteggiamento, la respirazione e lo stato dei vasi nell'orecchio è mutato assai da quanto osservammo prima nello stat di quiete profonda.

Però ancora qui in molti animali, anzi nella maggior parte, riesce possibile di produrre una contrazione per eccitamenti. Mentre i vasi stanno dilatandosi, o si prevede che rimarranno ancora per parecchi secondi inturgiditi, basta di fare un rumore, di toccare l'animale, o di battere sul tavolo, per vedere che immediatamente l'orecchio impallidisce. Talora invece, e ciò in un numero affatto eccezionale di conigli, osservai che dopo forti emozioni manca la contrazione dei vasi per cause che avevano prima un'azione manifesta. In questi casi si ottiene una contrazione dei vasi

(1) *Recherches sur l'excitation du sympathique cervical.* Comptes rendus de la société de Biologie 1878. Il punto più importante di questo lavoro fatto col metodo grafico è quello di avere stabilito che un'eccitazione forte e prolungata produce una *sopradilatazione* dei vasi. Nel momento in cui si taglia il cordone cervicale del simpatico succede una contrazione passeggera dei piccoli vasi, che dura appena qualche secondo, quindi ne segue la dilatazione paralitica. I vasi paralizzati possono però dilatarsi di più dopo un corto periodo di costringimento, quando l'eccitamento elettrico è forte ed il nervo sensibile. Dastre e Morat dimostrarono che la *sopradilatazione* non è dovuta all'esistenza di nervi dilatatori nel cordone cervicale del simpatico, e che questo fenomeno è un effetto della fatica e dello spossamento dell'apparato terminale nervo-musculare.

per mezzo del dolore. Finalmente in alcuni rarissimi casi le arterie rimangono dilatate anche durante il dolore: i vasi hanno l'aspetto d'essere paralizzati.

Quando si osservano questi movimenti con attenzione, credo si possa senz'altro ammettere che la contrazione è di natura attiva, perchè nel momento in cui l'arteria si rimpiccolisce e diventa pallida, osservansi spesso nel decorso della medesima dei punti in cui il diametro è maggiore ed altri in cui è più piccolo. La stessa cosa ripetesi pure per le vene, che presentano talora qua e là degli stringimenti, ossia delle dilatazioni e delle strozzature che in poco tempo scompaiono. Una questione assai interessante era quella di studiare in che rapporto si trovassero questi movimenti dei vasi colle variazioni della pressione generale del sangue, e a cosa fosse dovuta la contrazione e la dilatazione dei medesimi vasi.

§ 3.

La dilatazione dell'arteria mediana nell'orecchio del coniglio è così grande, che si sente pulsare sotto le dita. Potendo percepire col semplice tatto, anche senza guardare l'orecchio, i movimenti dell'arteria, era naturale che sorgesse il desiderio di registrare in qualche modo queste variazioni locali del polso, e metterle in rapporto colle variazioni analoghe che possono registrarsi molto facilmente nella carotide del coniglio.

I primi tentativi fatti per mezzo di una leva molto leggera, che poggiava sull'arteria auricolare presso la base del padiglione e nella sua parte posteriore, riuscirono assai felicemente. L'animale era libero e solo la testa era tenuta fra le mani, mentre queste avevano un punto solido di appoggio.

Fig. 45.

Polso dell'arteria mediana nell'orecchio del coniglio con oscillazioni respiratorie

Il tracciato 45, che venne scritto con questo metodo, rappresenta il polso dell'arteria mediana nel momento in cui l'orecchio del coniglio è fortemente iperemico. Poco prima il polso dell'arteria era quasi scomparso, tanto s'era fatto piccolo; poi improvvisamente dove c'è il segno α, vediamo che l'orecchio è diventato più rosso; e che il polso batte più forte, e prende la forma che fu riprodotta fedelmente nella figura 45. Trascorsi circa 30 secondi dopo il segno α il polso diminuisce poco per volta e scompare, lasciando una linea leggermente ed irregolarmente sinuosa dove non è più riconoscibile alcuna traccia del ritmo cardiaco. Le oscillazioni del respiro sono molto evidenti, fig. 45; per eliminare il dubbio che queste dipendessero da movimenti della persona che teneva ferma la testa del coniglio, mi assicurai che le oscillazioni qui rappresentate corrispondevano realmente ai movimenti respiratorî del coniglio.

I tentativi che ho fatto in tre animali per scrivere contemporaneamente la pressione del sangue nella carotide e nell'orecchio, non approdarono ad alcun risultato

soddisfacente. Lo stesso animale che mi aveva dato le curve precedenti, messo sul tavolino di Czermak, conservò per altra mezz'ora l'orecchio tanto anemico, e la contrazione dei vasi fu tanto persistente, che non mi riuscì possibile di toglierne alcun tracciato.

Adoperai anche in altri conigli tutte le precauzioni per evitare il dolore badando specialmente, che non penetrasse alcuna gocciola di carbonato di soda nella ferita del collo, e che fosse rimossa ogni causa di eccitamento; ma con ciò la loro apprensione non cessava, e la dilatazione e il restringimento dei vasi non presentarono mai delle variazioni tali che si prestassero ad una registrazione. Credo che insistendo si riesca, ma la cosa non era per me di tanta importanza da perdervi maggior tempo.

Io mi limitai in questi animali a cercare i rapporti che esistevano tra i movimenti dei vasi nell' orecchio del coniglio, e la pressione nell'arteria carotide.

Queste osservazioni non erano nuove, perchè Lovén (1) già prima di me le aveva fatte nello stesso modo. I miei risultati hanno però nella questione che ora trattiamo qualche interesse, perchè vennero fatte su animali non avvelenati col curaro. Un assistente scriveva sul tracciato della carotide lo stato dei vasi nell'orecchio che io gli dettava guardando il padiglione per trasparenza.

Dalle mie osservazioni risultò che i movimenti di rilasciamento e di contrazione nei vasi dell'orecchio, spesso non sono in alcun rapporto colle variazioni contemporanee della pressione nella carotide. Infatti mentre talora ad una contrazione dell'arteria auriculare risponde un aumento della pressione nella carotide, ed è questo il caso più frequente, non di rado osservasi una diminuzione della pressione nella carotide mentre l'arteria auriculare si dilata.

La dilatazione dell'arteria nel coniglio non è pure sempre accompagnata da una pressione minore del sangue nella carotide, come già aveva mostrato Lovén (2).

In questi casi siccome la forza del cuore non era aumentata, come vedevasi dai tracciati, non potevasi ammettere una dilatazione generale del sistema vasale; perciò era necessario di conchiudere, che mentre in una provincia si dilatavano i vasi, nell'altra dovevano restringersi per conservare l'equilibrio della pressione sanguigna.

Secondo questo concetto che fu già accennato da Lovén e da Sadler, sotto la direzione del Ludwig, noi dobbiamo immaginarsi il sistema dei vasi sanguigni in un continuo movimento. Queste alterne dilatazioni e contrazioni nell'albero arterioso e venoso riescono, controbilanciandosi, a conservare costante la pressione. Il manometro adunque non ci dà che un concetto ed una misura della risultante di questo continuo movimento dei vasi, e quando noi vogliamo avere un concetto più chiaro dei fenomeni che succedono nella circolazione di un organo del corpo, dobbiamo ricorrere alle misure pletismografiche: ossia alla determinazione dei cangiamenti di volume del medesimo.

(1) *Ueber die Erweiterung von Arterien in Folge einer Nervenerregung.* Berichte d. K. Sächsischen Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig 1866 pag 85.

(2) Memoria citata, pag. 89.

CAPITOLO IX.

Influenza dei movimenti respiratorî sulla circolazione del sangue nel cervello e nei polmoni.

§ 1.

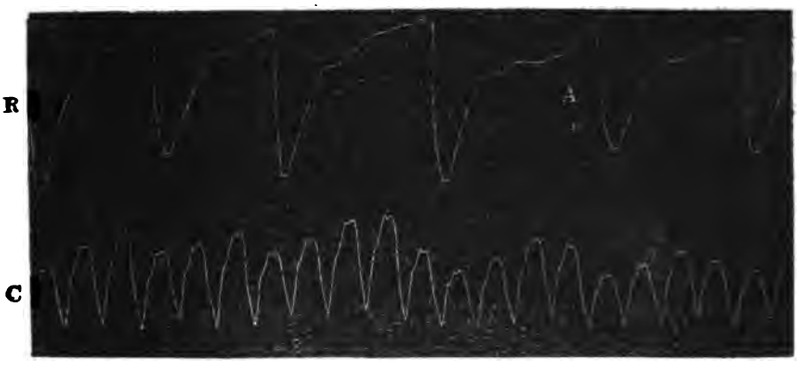
La respirazione regolare e leggera ha un' influenza così piccola sui movimenti del cervello, che quasi sfugge all'occhio. Solamente esaminando con attenzione la linea del tracciato 46, vedesi che in corrispondenza della inspirazione vi è una pulsazione più

FIG. 46.

Bertino. — *Influenza della respirazione normale* R, *sul polso cerebrale* C.

bassa, quindi un leggero aumento nell'altezza delle pulsazioni durante l'espirazione successiva. Nel presente tracciato 46 la linea R rappresenta i movimenti del respiro scritti col pneumografo di Marey e la linea sottostante C il polso del cervello. Tanto in questa, quanto nelle seguenti figure la linea R discende nella inspirazione e si eleva nella espirazione successiva. Bertino era profondamente tranquillo. Poco dopo ad un segno dato egli si tura le narici premendo il naso colle dita e rimane un minuto senza respirare colla bocca chiusa. Esamineremo più tardi le successive trasformazioni che subiscono il polso e il volume del cervello per un simile arresto; per ora veniamo subito al tracciato della fig. 47 scritto 15″ dopo che si ristabilì la respirazione. In

FIG. 47.

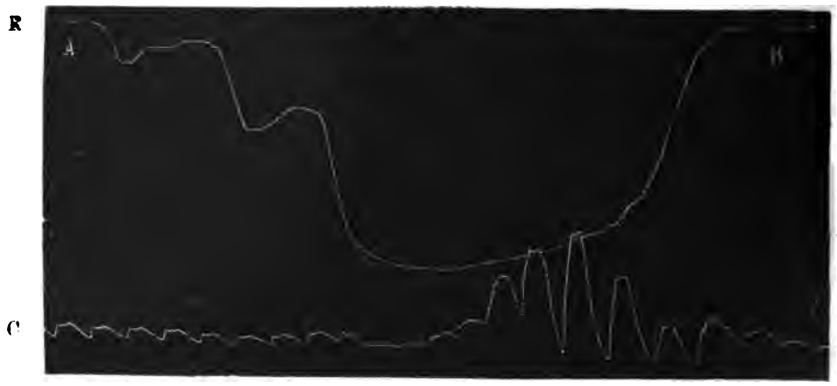


Bertino. — *Influenza dei movimenti respiratorî* R *alquanto più forti dei normali sul polso del cervello* C.

questo frammento sono già cessate le forti inspirazioni che tengono dietro ad una sospensione del respiro: le pulsazioni esse pure incominciano a divenire più piccole. I movimenti della respirazione sono alquanto più frequenti e profondi che nello stato normale. In questo caso noi vediamo che ad ogni inspirazione corrisponde un abbassamento del tracciato ed una successiva elevazione nella espirazione. Quando però si prolunga alquanto la espirazione, come in A, già sul finire della medesima incomincia un abbassamento, che diventa più forte nella inspirazione seguente.

La modificazione del polso cerebrale è tanto maggiore, quanto più l'inspirazione è profonda come lo prova il seguente tracciato, fig. 48. L'esperienza venne fatta

Fig. 48.



Bertino. — *Modificazioni del polso cerebrale* C *per un movimento di inspirazione ed espirazione che dura da* A *in* B.

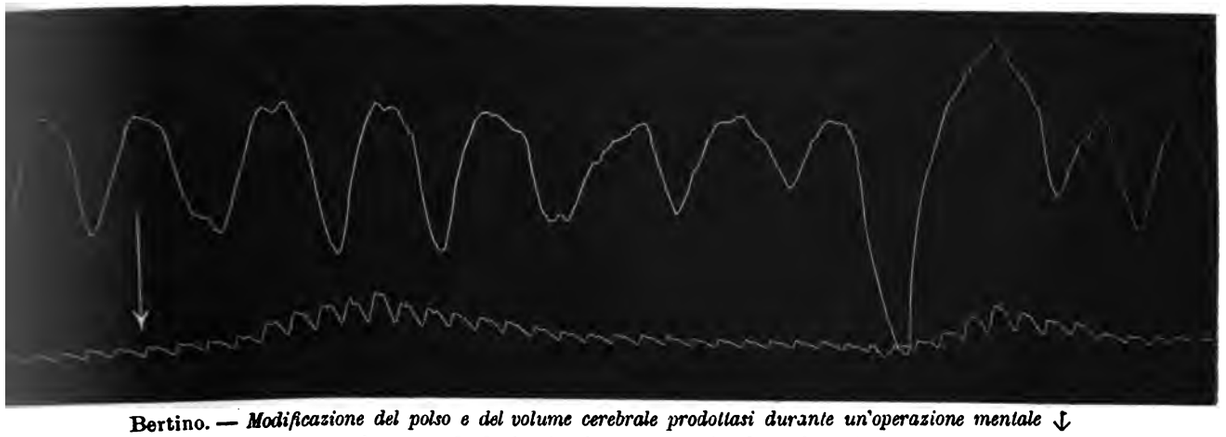
mezz'ora prima delle precedenti. Mentre la respirazione procedeva tranquilla e col medesimo tipo indicato nella fig. 46 faccio segno in A a Bertino di eseguire una profonda inspirazione. Gli avevo già spiegato prima come egli dovesse dilatare e restringere lentamente il torace. Noi vediamo che le pulsazioni del cervello sono quasi scomparse sul fine dell'inspirazione e che diventano grandissime nel principio della espirazione. Dimostrerò fra poco come questa variazione del polso possa spiegarsi per mezzo delle variazioni che succedono nella circolazione polmonale, per cui il sangue accumulatosi nei polmoni durante l'inspirazione, viene rimesso in circolo colla espirazione successiva.

Nel capitolo intorno all'attività cerebrale, ho provato che l'aumento di volume del cervello per l'attività del pensiero non è dovuto ad una modificazione del respiro: ora ecco un altro esempio, dove si trovano successivamente due modificazioni del polso cerebrale, l'una dovuta all'attività cerebrale e l'altra ad una forte inspirazione, figura 49.

Nella prima parte del tracciato, che non ho riferito, i movimenti respiratorî sono regolari come quelli che stanno prima del segno ↓ nella fig. 49: e non presentano alcuna visibile influenza sulla curva del polso. Quando gli propongo di moltiplicare 6×45, la respirazione può dirsi che rimane costante nella sua forma e nel suo ritmo, ciò nulla meno il polso ed il volume del cervello aumentano. Se durante l'attività cerebrale, come capita in questo tracciato, Bertino eseguisce involontariamente una inspirazione più forte, il polso ed il volume del cervello aumentano ancora una

volta. Così viene confermato che l'aumento di volume del cervello nel lavoro della mente non dipende da una modificazione del respiro; e viceversa resta anche provato che l'aumento di volume del cervello nelle profonde inspirazioni non dipende dal lavoro della mente necessario per eseguirle. Infatti in questo caso Bertino era affatto

Fig. 49.

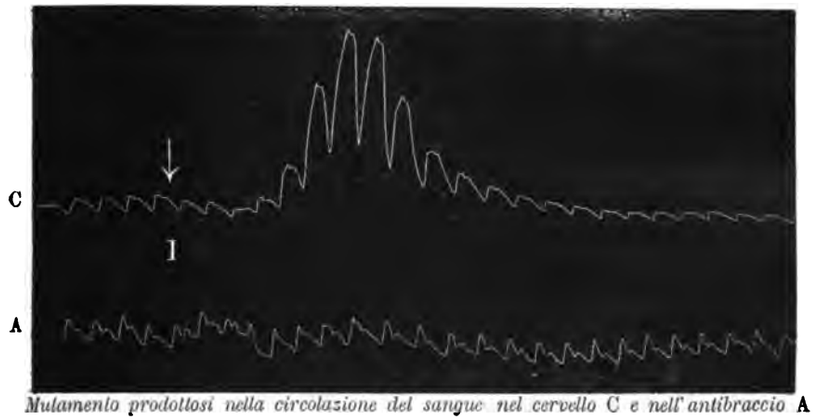


Bertino. — *Modificazione del polso e del volume cerebrale prodottasi durante un'operazione mentale* ↓ *ed una profonda inspirazione successa involontariamente.*

inconsapevole di quanto succedeva nel ritmo del suo respiro, come potei assicurarmene appena finita la moltiplicazione.

La differenza che passa tra la prima elevazione del cervello e questa seconda prodotta dalla respirazione, sta in ciò, che il primo aumento di volume del cervello corrispondeva ad una diminuzione di volume nell'antibraccio: mentre nell'espirazione l'aumento di volume esiste tanto pel cervello, quanto per l'antibraccio, come lo prova il tracciato seguente fig. 50:

Fig. 50.



Mutamento prodottosi nella circolazione del sangue nel cervello C e nell'antibraccio A *per un movimento respiratorio più forte dell'ordinario.*

Dopo aver detto a Bertino, circa un minuto prima, che quando gli farò cenno colla mano deve eseguire senza scomporsi una profonda inspirazione, e farvi seguire

una espirazione egualmente prolungata; faccio il segno ↓ sul cilindro che gira. Nel momento in cui le penne che scrivono il polso del cervello e dell'antibraccio sono giunte sopra questo segno, fo cenno a Bertino di eseguire la inspirazione più forte. Paragonando la linea C ed A della figura 50 vediamo che durante l'inspirazione vi fu una diminuzione nell'altezza del polso, tanto nell'antibraccio, quanto nel cervello; e che nell'espirazione si manifesta un aumento di volume in tutti due questi organi.

Un fenomeno che non sarà sfuggito all' attenzione di nessuno che abbia considerato i tracciati esposti fin qui, è l' elevatezza maggiore delle pulsazioni cerebrali messa in confronto con quelle dell'antibraccio. Per cause identiche le quali agiscono contemporaneamente su entrambi gli organi, si trova sempre che nel cervello è più forte la modificazione del polso. La spiegazione della differenza osservata nei fenomeni della circolazione sanguigna al braccio ed al cervello, parmi debba cercarsi nella maggior ricchezza in vasi sanguigni di quest' ultimo e forse nella maggiore cedevolezza che hanno le pareti dei vasi nel cervello.

§ 2.

Avuta così una prima idea delle modificazioni che subisce il movimento del sangue nel cervello, per effetto dei movimenti respiratorî, cerchiamo ora di analizzare questi fenomeni. Mi duole di confessare fin da principio che la ricerca dei singoli momenti che entrano come fattori delle variazioni osservate è cosa abbastanza difficile, perchè fra i fisiologi che si occuparono in modo speciale di questo studio esistono delle gravi discrepanze. Per comprendere i fenomeni che noi abbiamo osservato nel cervello dell'uomo, è necessario di studiare anche in altre parti del corpo i mutamenti della circolazione prodotti dalla respirazione. Esaurita questa prima parte di indagini pletismografiche, sottoporremo ad una critica sperimentale i metodi, e le conclusioni di parecchi recenti lavori pubblicati su tale argomento.

Incominciamo frattanto dalle cause meccaniche, che sono le più semplici e vediamo come le variazioni della pressione nella cavità del torace e dell'addome possano modificare la circolazione del sangue nel cervello, nelle braccia, nelle gambe e nei polmoni.

Quanto alla circolazione venosa vi è poco da aggiungere e da levare a ciò che Haller scrisse nel suo celebre trattato di fisiologia: *Magni trunci venosi capitis, colli, pectoris, abdominis, brachii eiusmodi motu agitantur, in vivis animalibus, ut per expirationem sanguine aut retento, aut a corde refluo turgescant, per inspirationem remisso ad cor sanguine eadem depleantur: hinc per inspirationem recedente de cerebri magnis vasis sanguine, cerebrum subsidet, idemque eo sanguine per expirationem retento, et reduce intumescit et mole crescit* (1). Tali fenomeni che Haller aveva constatato nei moti veementi della respirazione, si possono ora col sussidio del metodo grafico dimostrare anche nel respiro normale. Ecco infatti un tracciato scritto dalla giugulare di mia sorella per mezzo dei timpani coniugati di Marey fig. 51. Essa giaceva coricata nel suo letto e respirava tranquillamente. Un cardiografo di Marey applicato intorno al torace scriveva i movimenti del

(1) *Elementa physiologiae.* Tom. II. lib. VI. sect. IV. § IX.

respiro, linea R. Avverto che in questa osservazione mi servo del cardiografo e non più del pneumografo: per cui nella inspirazione la linea R si eleva. Noi vediamo che ad ogni inspirazione si abbassa il livello della vena giugulare, perchè il sangue scorre più facilmente verso la cavità del torace. Dopo le due inspirazioni normali che sono nel principio della fig. 51, dico a mia sorella di trattenere leggermente il

Fig. 51.

G *Polso negativo della vena giugulare scritto per mezzo dei timpani coniugati.* — R *Movimenti respiratori del torace scritti contemporaneamente col cardiografo di Marey. Nell' inspirazione la linea* R *si eleva.*

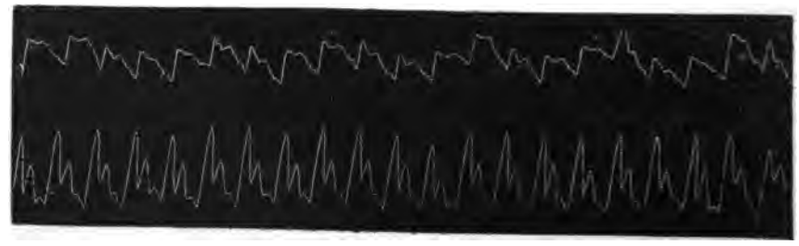
respiro. Essa si arresta sul fine della inspirazione. In questo momento scompare il polso dalla giugulare, e subito dopo ritorna e si rinforza nello svolgersi della lenta espirazione che vi tiene dietro. Non insisto per brevità sul significato che io dò al polso nelle vene giugulari, perchè ho già dimostrato in un altro lavoro come esso sia una forma negativa del polso delle arterie che escono dalla cavità del torace, La medesima depressione che osservasi nelle vene giugulari di mia sorella durante l' inspirazione osservasi pure nelle vene dell' antibraccio.

Nel dott. C. Tacconis scrivo il polso dell'antibraccio coll' idrosfigmografo servendomi di un manicotto elastico così largo che prima di fare l'esperienza dubitiamo che esso possa tener l'acqua nel cilindro. Prendiamo a tale scopo tutte le precauzioni necessarie perchè il nostro tentativo riesca. Cioè si spalma bene con grasso la pelle del braccio presso il gomito e quindi si aggiunge sul manicotto la compressione di una fascia elastica, per impedire che l' acqua esca sotto il medesimo, durante le manualità che sono indispensabili per cacciar l'aria dal cilindro, e riempirlo con acqua tiepida. Levata la fascia elastica ci accorgiamo che il polso scompare. Il dott. Tacconis era digiuno ed aveva un polso assai debole; facciamo leggermente due giri colla fascia elastica sul manicotto ed il polso ricompare. Ripetendo queste osservazioni troviamo, che quando la pressione fatta sulle vene dell'antibraccio dal manicotto elastico è minima, ad ogni inspirazione succede una diminuzione del volume: ma se aumentiamo la pressione sulle vene, aggiungendo sul manicotto la legatura fatta con più giri di una fascia elastica e rendiamo più difficile lo sgorgo del sangue venoso, cessa l' influenza del respiro sul polso dell' antibraccio.

Così pure nel sig. Garzena, fig. 52, dopo aver osservato delle forti oscillazioni respiratorie nell'antibraccio, mentre la respirazione era tranquilla, linea 1, se faccio una pressione di 20 centimetri alla superficie di tutto il braccio, trovo che le oscillazioni respiratorie scompaiono e diventano quasi impercettibili, linea 2. Per produrre la pressione impianto un tubo di vetro del diametro di 25 millim. sull' apertura anteriore del cilindro dell' idrosfigmografo e riempio il tubo di acqua per

l'altezza di 20 centimetri, come venne già indicato nella mia Memoria, *Sulle variazioni locali del polso*, pag. 46. Appena cessa la pressione le oscillazioni respiratorie ricompaiono come prima. Dopo queste esperienze crediamo si possa ammettere una azione

Fig. 52.



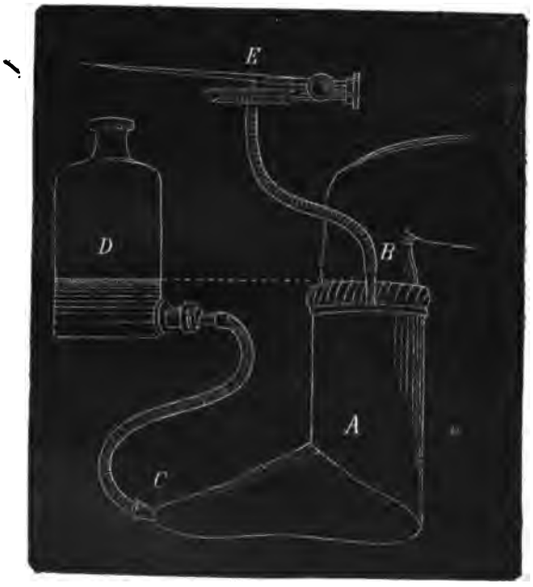
Scomparsa delle oscillazioni respiratorie nell' antibraccio per effetto di un aumento della pressione alla superficie dello stesso antibraccio.

meccanica della respirazione sul volume dell'antibraccio, e ritenere che ad ogni inspirazione il sangue venoso scorra più facilmente verso la cavità del torace producendo una diminuzione nel volume dell'antibraccio.

§ 3.

La cosa è affatto inversa quando si tratta delle estremità inferiori: qui vi è un aumento di volume nell'inspirazione ed una diminuzione nel principio della espirazione. L'opposizione fra i cambiamenti di volume nelle estremità superiori ed inferiori durante la respirazione può dimostrarsi facilmente per mezzo di uno stivale di latta che si riempie di acqua dopo avervi introdotto dentro la gamba come si vede nella fig. 53. L'apparecchio si chiude intorno al polpaccio della gamba con un grande anello elastico, o meglio con mastice da vetrai: così resta più facile fissare lateralmente un tubo di vetro B, del diametro di circa un centimetro in cui si osserveranno i movimenti dell'acqua che corrispondono al polso della gamba. L'apparecchio viene riempito di acqua dall' apertura C e la boccia D viene mossa per mezzo di una vite in modo da alzare ed abbassare come si desidera il livello dell'acqua nel tubo B.

Fig. 53.

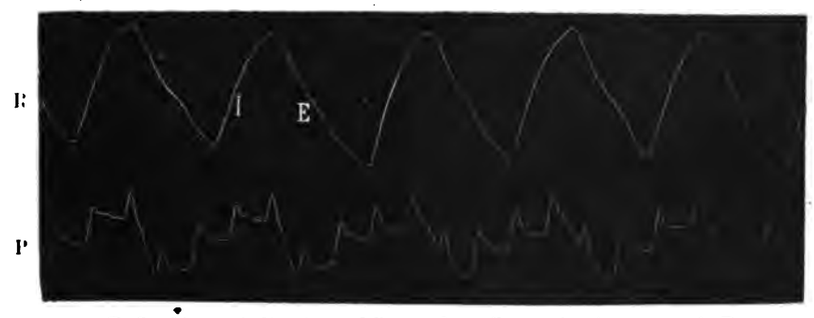


Idrosfigmografo per scrivere il polso della gamba.

Un timpano a leva di Marey E, messo in rapporto col tubo B scriverà i movimenti del polso ed i cambiamenti di volume nell' estremità

inferiore. Il tracciato della fig. 54 venne scritto sopra il sig. Caudana, mentre stava seduto e si registrava contemporaneamente il respiro col cardiografo di Marey. La linea R si eleva nella inspirazione e scende nll'espirazione. Il fenomeno più caratteristico di questo tracciato è la rapida diminuzione di volume che corrisponde al

Fig. 54.



P *Cambiamenti di volume della gamba nella respirazione normale* R.

principio dell' espirazione. Subito dopo e mentre dura l' espirazione, ma particolarmente sul finire della medesima il volume della gamba ricomincia ad aumentare. Continua questo accrescimento durante tutta l' inspirazione; la curva raggiunge il suo punto più elevato sul finire della medesima: poi scende improvvisamente nel principio dell'espirazione.

Dico al sig. Caudana di fare dei movimenti respiratorî più profondi e meno frequenti. Persiste il medesimo fenomeno fig. 55. La gamba subisce una rapida diminuzione di volume nel momento in cui principia l'espirazione.

Fig. 55.

Influenza di movimenti respiratorî più forti del normale sul volume della gamba dell'uomo.

L'antagonismo fra i tracciati pletismografici della gamba e dell'antibraccio è dunque completo.

Per ragioni di brevità non credo opportuno di estendermi maggiormente sulle cause meccaniche dell'opposizione fra i tracciati pletismografici delle braccia e delle gambe. Già pensando che il diaframma si abbassa nell' inspirazione e che aumenta in conseguenza la pressione addominale, doveva naturalmente inferirsene un aumento

della pressione in tutto il sistema delle vene che sta sotto il diaframma. Questo è quanto venne confermato dalle osservazioni di molti fisiologi e recentemente dal prof. Luciani (1): ma nessuno, per quanto io sappia, tenne calcolo dell' influenza che tale opposizione fra i fenomeni della circolazione venosa nella cavità del torace e dell'addome esercita sulla circolazione generale del sangue. Queste variazioni siccome agiscono in senso inverso, si elidono nei loro effetti: e dal loro antagonismo ne risulta che il cuore riceve una quantità di sangue venoso eguale tanto nella inspirazione quanto nella espirazione. Infatti nella inspirazione è particolarmente la parte del corpo superiore al diaframma, quella che dà il sangue venoso al cuore destro, e nella espirazione è invece il sistema delle vene addominali quello che vi reca il suo contributo.

§ 4.

Nelle esperienze pletismografiche ch' io pubblicai fino dal 1875 (2) in un capitolo, *Sui movimenti dei vasi sanguigni in rapporto colla respirazione*, avevo dimostrato come il volume dell'antibraccio potesse diminuire di circa 6 cent. cubici per effetto di una profonda inspirazione e di 8 a 10 per una serie successiva di profonde inspirazioni. Avendo continuato questo studio coll' indagare i mutamenti che si producono nella forma del polso e nel volume del cervello per effetto delle profonde inspirazioni, posso ora entrare in qualche maggiore particolarità sulle cause di tale fenomeno.

Nella tav. III. tracciato 20, la linea A rappresenta il polso nell'antibraccio del prof. Fileti, scritto coll'idrosfigmografo. Invece della boccia di compensazione E, vedi fig. 4, applico all'apertura anteriore L del cilindro A B il mio pletismografo, che funziona qui come apparecchio compensatore e come misuratore dei cambiamenti di volume dell' antibraccio scrivendo la linea V. In $\alpha \downarrow$ lo prego di fare una profonda inspirazione. La linea pletismografica V scende immediatamente. La diminuzione massima di volume segnata dal pletismografo fu di 8 centimetri cubici. Le penne che registravano contemporaneamente la linea A e V del tracciato 20 non si trovavano esattamente sulla medesima verticale, come lo indicano i punti di ritrovo PP. Nella linea A, malgrado la compensazione fatta dal pletismografo, si vede accennata la forte diminuzione di volume che subisce l' antibraccio per effetto della inspirazione profonda. Le oscillazioni respiratorie prima appena percettibili, sono divenute dopo α assai più manifeste. Il volume dell'antibraccio riacquista solo dopo circa un minuto il valore di prima.

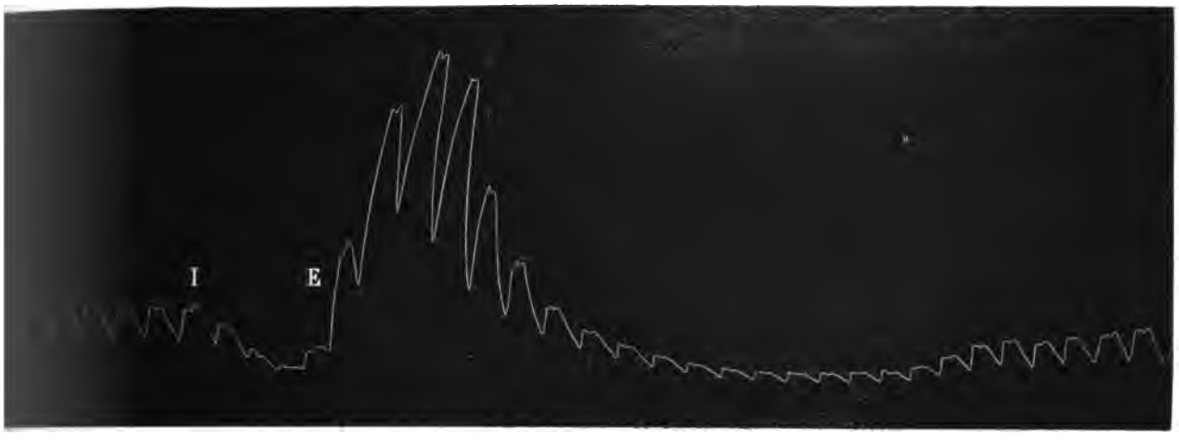
Nel cervello un movimento inspiratorio egualmente profondo ha una influenza molto maggiore sulla forma del polso. Per non moltiplicare troppo gli esempî tralascio i tracciati che accennano ad una leggera anemia del cervello, quando si ripete una serie di inspirazioni più forti delle naturali, e presento un tracciato preso in Bertino, fig. 56, dove si vede che una sola inspirazione profonda basta per produrre una diminuzione notevolissima nell'altezza del polso.

(1) *Delle oscillazioni della pressione intratoracica e introaddominale.* Archivio delle scienze mediche 1877, fasc. 2° e 3°.

(2) *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo*, pag. 33.

Bertino era tranquillo ed immobile; il polso del cervello forte e tricuspidale. In I egli eseguisce ad un mio cenno una profonda e rapida inspirazione. Durante quest'atto il cervello diminuisce rapidamente di volume: le sistoli del cuore diventano più frequenti: il polso cerebrale scompare quasi completamente. Nell'inspirazione successiva E, il cervello si gonfia rapidamente: il polso è fortissimo, le sistoli del cuore sono meno

FIG. 56.



Bertino. — *Mutamento prodottosi nella circolazione del sangue nel cervello durante un profondo e rapido movimento respiratorio.*

frequenti che nello stato normale. Compiuta l'espirazione succede una seconda diminuzione del volume cerebrale più forte della prima. Il polso è piccolissimo. Nelle esperienze che feci sopra Bertino e Caterina X ho visto scomparire quasi completamente le pulsazioni del cervello facendo loro eseguire una serie di inspirazioni profonde.

§ 5.

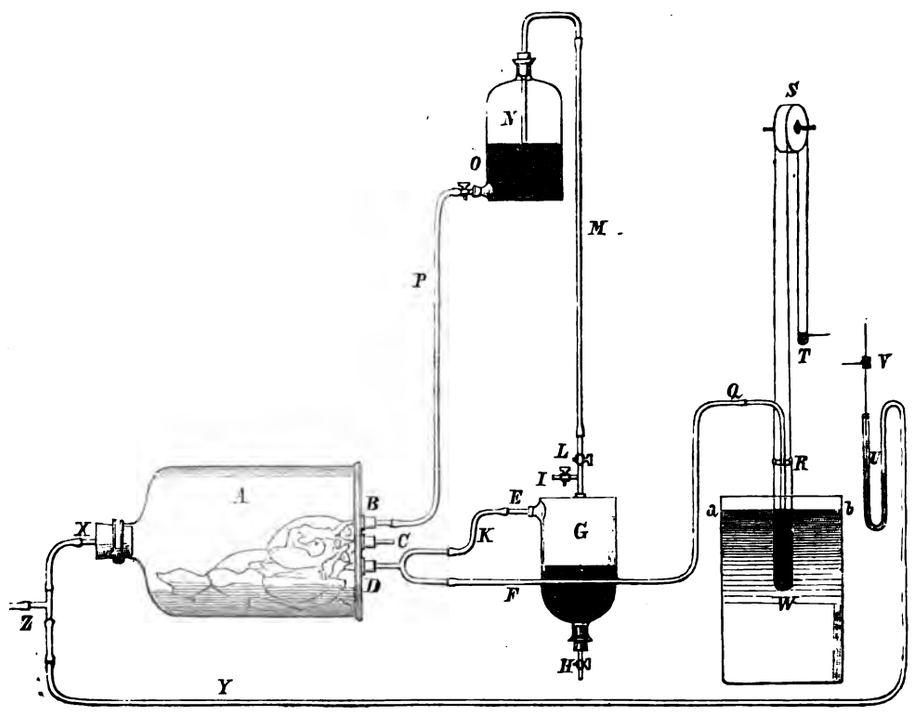
Prima che le mie osservazioni fatte sul cervello avessero dimostrato che ad ogni inspirazione esagerata tien dietro una diminuzione profonda del volume del cervello e conseguentemente un grado notevole di anemia di quest'organo, sapevasi già che molte persone non possono soffiare nel fuoco, per un certo tempo senza soffrire di vertigini; ed io potrei citare l'esempio di un mio conoscente che dopo due sole inspirazioni profonde sente un leggero capogiro. Si tratta ora di trovare il modo con cui si produce quest'anemia cerebrale.

A tale scopo esaminiamo prima i mutamenti che insorgono nella circolazione dei polmoni per effetto dei movimenti respiratorî. Nella mia Memoria, *Intorno ad un nuovo metodo* ecc. ecc. trattando in un capitolo *i movimenti dei vasî sanguigni in rapporto colla respirazione*, ho detto « ammesso come dimostrato che facendo artificialmente una profonda inspirazione si dilatino i capillari dei polmoni separati dal corpo e diventi più facile il passaggio del sangue a traverso del loro tessuto, io ritengo che il turgore dei vasi polmonari corrispondenti alla inspirazione non scompaia in modo completo nella espirazione successiva, ma che vi sia un residuo di sangue che tiene ingorgati i polmoni, il quale va lentamente disperdendosi a

misura che i vasi ripigliano gradatamente il volume di prima ». E quindi soggiungevo come io tenessi già in pronto il metodo per risolvere in modo definitivo tale questione. Questo metodo consiste nella determinazione grafica della differenza fra la quantità di sangue che entra e quella che esce dai polmoni estirpati durante i movimenti dell' inspirazione e dell'espirazione mentre il sangue circola a traverso i medesimi.

La parte più essenziale dell'apparecchio che mi servì per tali esperienze è una boccia G dove la pressione, fig. 57, deve rimanere costante. Appena estirpati i polmoni dall' animale dissanguato, vengono introdotti nel recipiente A e si stabilisce in essi la circolazione artificiale per mezzo della boccia di Mariotte N, ripiena di

FIG. 57.



Apparecchio per determinare la differenza fra la quantità di sangue che entra ed esce dai polmoni durante i movimenti respiratori.

sangue défibrinato. Tralascio la descrizione delle parti meno essenziali: e tutte le manualità che sarebbe inutile di ripetere a chi ha una qualche pratica di simili esperienze sulla circolazione artificiale dei polmoni, perchè esse vennero già trattate estesamente da parecchi autori, che avrò occasione di ricordare fra poco.

Dico solo che il coperchio di vetro smerigliato in cui passano ermeticamente le cannule B, C, D veniva applicato semplicemente con grasso sull'orlo della campana A; per fissarlo io mi servii di una fascia di gomma elastica larga 6 cent. colla quale

faceva più giri intorno al bordo della campana e del coperchio di vetro. Tale metodo di chiusura è molto più spiccio di quanti vennero adoperati prima: e basta per le pressioni positive, o negative necessarie in simili esperienze. Il sangue che esce dall'arteria polmonale giunto in D può passare per due grossi tubi di eguale lunghezza, cioè pel tubo F Q che conduce nel cilindro galleggiante del pletismografo e pel tubo K E che conduce nella boccia G. Le aperture D E si trovano entrambe nel medesimo piano del liquido *a b*, nel vaso W. Per brevità non ripeto la descrizione del mio pletismografo, nè del modo con cui esso scrive i movimenti di un liquido sotto pressione costante, rimandando il lettore alla Memoria che ho pubblicato in proposito (1).

Aggiungo solo per coloro i quali desiderassero ripetere queste esperienze sulla circolazione nei polmoni, che la boccia G è sostenuta da un supporto a vite per mettere facilmente l'apertura E nello stesso piano *a*, *b* del liquido nel vaso W. Questa condizione è raggiunta quando il sangue che riempie il tubo E K F Q rimane in equilibrio, ed il cilindretto galleggiante R, in cui è immersa l'estremità Q del tubo E K F Q si conserva immobile. Così disposto l'apparecchio se chiudiamo la chiavetta I che serve a far comunicare l'aria contenuta nella boccia G coll' atmosfera, ed apriamo la chiavetta L che va alla boccia di Mariotte N è chiaro che diminuendo per una ragione qualsiasi la pressione nella boccia G il sangue contenuto nel cilindretto galleggiante dovrà passare nella boccia medesima. Supponiamo ora che venga aperta la chiavetta O della boccia di Mariotte N per avviare la circolazione artificiale nei polmoni, si comprenderà che ad ogni quantità di sangue che esce dalla boccia N, deve entrare una quantità corrispondente di aria dalla boccia G nella boccia N.

Qui abbiamo tre casi possibili:

1° Afflusso ai polmoni eguale all'efflusso. In queste caso entrando tanto sangue nell'arteria polmonale, quanto ne esce dalla vena, questo viene a sostituire esattamente la quantità di aria che esce dal vaso G e va nel vaso N a prendere il posto del sangue penetrato nei polmoni. Il cilindretto galleggiante rimane immobile.

2° Afflusso ai polmoni maggiore dell'efflusso. Se (come vedremo succedere nella inspirazione) entra più sangue nei polmoni, di quanto ne esce dalla vena polmonare, tenderà a prodursi nel vaso G una pressione negativa. Il sangue venoso che penetra nel medesimo non bastando a colmare il vuoto, che si produce pel passaggio maggiore del sangue nei polmoni, si stabilisce un' aspirazione del sangue contenuto nel tubo F Q ed il cilindretto galleggiante cede tanto sangue alla boccia G quanto è necessario per mantenere in essa la pressione eguale a zero. La linea scritta dalla penna T indica il valore della quantità di sangue che rimane accumulata nei polmoni.

3° Efflusso dai polmoni maggiore dell'afflusso: (questo vedremo essere il caso dell'espirazione). Se dai polmoni esce una quantità maggiore di sangue di quanto ne penetri nello stesso tempo dall'arteria polmonare, il sangue giunto in D trova

(1) *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo.* R. Accademia delle scienze di Torino. Novembre 1875.

dinnanzi aperte due vie egualmente larghe e con eguali resistenze nei tubi. Però all' una estremità di questa biforcazione vi è il pletismografo, dove la pressione rimane sempre uguale a zero, dall'altra vi è la boccia chiusa, dove il sangue per entrare dovrebbe comprimere l'aria. È naturale che in questo caso il sangue eccedente si verserà tutto nel cilindretto del pletismografo; e la curva scritta dalla penna T sul cilindro rotante ci indica anche la velocità con cui si effettua questo efflusso del sangue venoso.

La dilatazione dei polmoni viene eseguita come al solito con due boccie che hanno una apertura presso il fondo e che vengono disposte a differente altezza (vedi fig. 62). L'acqua contenuta nella boccia superiore passando nella sottostante per mezzo di un tubo di gomma, produce una rarefazione dell' aria per mezzo del tubo Z X nel recipiente A. Il valore della pressione negativa è scritto sul cilindro rotante per mezzo di un manometro a mercurio V U, che sta in comunicazione col tubo Y Z. Mentre i polmoni si dilatano l'aria penetra liberamente nei bronchi per mezzo della cannula tracheale C che comunica coll' esterno.

§ 6.

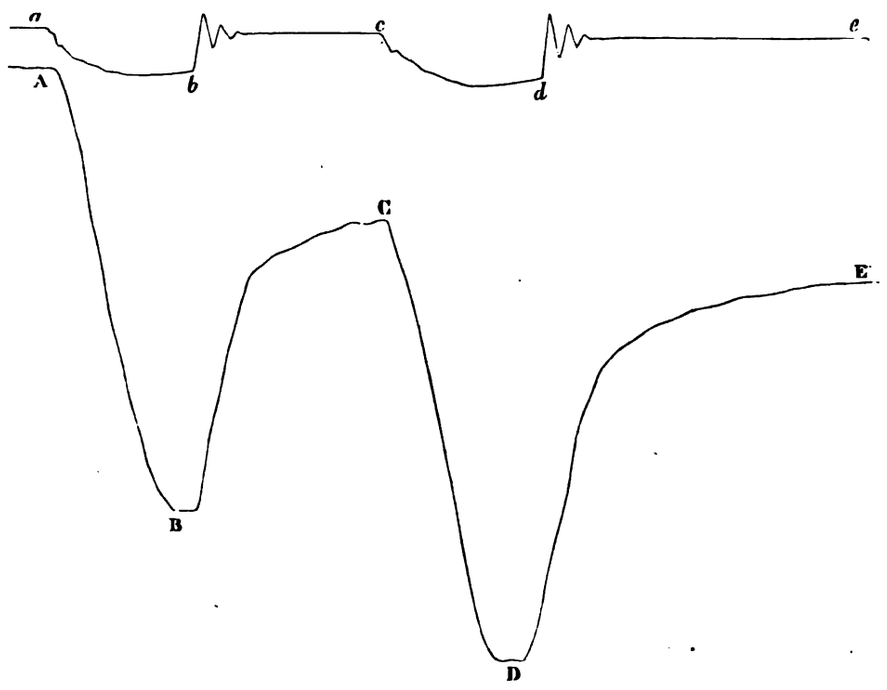
Ora ecco per sommi capi il decorso di una esperienza.

Uccido un grosso cane per avere tanto sangue quanto è necessario per riempire la boccia di Mariotte e mettere in ordine l'apparecchio. Prendo quindi un altro cane di media grandezza, lo dissanguo e gli estirpo i polmoni, che chiudo subito nel vaso A. Stabilite le comunicazioni B e D, apro la chiavetta O. La pressione sotto cui penetra il sangue nei polmoni è di 50 cent. Aspetto più di un minuto finchè sia bene avviata la circolazione artificiale: poi faccio in *a*, fig. 58, una pressione negativa nella campana dove sono chiusi i polmoni, che viene segnata dal manometro a mercurio, linea *a b* della figura 58. Nell' istante in cui i polmoni si dilatano la penna del pletismografo discende e scrive la linea A B e ciò perchè il cilindretto galleggiante R della fig. 57 si svuota ed il sangue contenuto in esso passa nel vaso G per prendere il posto della quantità di sangue che, dopo essere penetrata nei polmoni durante l'inspirazione *a b*, non ne è più uscita. — La linea A B segna dunque la quantità di sangue che si è accumulata nei polmoni; e siccome il cilindretto R è calibrato esattamente; misurando l'altezza A B, sappiamo che nei polmoni sul fine dell'inspirazione si trova una quantità di sangue eguale a 42 centim. cubici in più.

Succede l' espirazione, linea *b c* fig. 58, i polmoni cadono in colasso perchè si apre il tubo Z: la pressione nell' interno della cassa diventa eguale a zero. Il sangue non esce dai polmoni colla stessa velocità con cui si era accumulato nei medesimi. Si vede che lo sgorgo prima è rapido, e poi la curva si piega e tende a divenire orizzontale, in C rimangono ancora circa 15 cent. cub. di sangue nei polmoni. Succede un'altra inspirazione *c d* uguale alla prima, e si accumulano nuovamente 42 cent. cub. di sangue nei polmoni, linea C D. Nell'espirazione *d e* si osserva nuovamente che i polmoni non si liberano immediatamente di tutto il sangue che è penetrato in eccedenza. — Anche se prolunghiamo l'espirazione, rimane in E un residuo di 16 cent. cub. di sangue, di cui i vasi non si sono ancora liberati. Questa esperienza ci dimostra, che succede nei polmoni, ciò che tutti conoscono per la pelle

delle estremità e per tutte le parti del corpo; che cioè dilatando i vasi sanguigni con una pressione negativa, essi si ingorgano: e che cessata l'aspirazione, non ritornano immediatamente allo stato di prima; ma impiegano un certo tempo per sgorgarsi. Anche volendo ammettere che nei polmoni estirpati l'accumulo del sangue possa essere maggiore che nei medesimi organi dell'animale vivente, resta ciò nullameno dimostrato il fatto che nelle inspirazioni esagerate si ferma una certa quantità di sangue nei polmoni, che non passa subito colla espirazione successiva nel circolo generale, ma vi ritorna con un certo ritardo. Fu appunto per evitare la complicanza del rapido mutamento nell' elasticità dei vasi che io misi in opera tutte le precauzioni per eseguire quest'esperienza nel minor tempo possibile, dopo la morte dell'animale, e mi feci obbligo di ripetere solo pochi esperimenti nel medesimo polmone.

Fig. 58.



Determinazione della quantità di sangue che si accumula nei polmoni durante l'inspirazione.

Constatato questo primo fatto di un accumularsi del sangue durante l' inspirazione, mi accinsi a misurare col medesimo apparecchio le modificazioni che subisce il circolo polmonare per effetto della respirazione artificiale, soffiando aria nella trachea. Giacchè era inutile in questa esperienza di chiudere i polmoni nel recipiente A, fig. 57; per guadagnar tempo ho preferito di aprire largamente il torace, di mettere una cannula nel ventricolo destro ed un' altra nell'orecchietta sinistra e di stabilire subito la circolazione artificiale. Io aveva, come nell' esperienza precedente, ucciso prima un grosso cane: riempito di sangue la boccia di Mariotte, e messo in ordine l' apparecchio registratore, perchè tutto funzionasse senza ritardo.

Fig. 59.

Determinazione dell'influenza che la respirazione artificiale fatta aumentando la pressione dell'aria nei bronchi esercita sulla circolazione sanguigna dei polmoni.

L'esperienza che presento venne fatta sopra un cane di media grandezza, mentre il torace è largamente aperto e i polmoni rimangono in posto. La pressione dell'aria nella trachea si aumentò soffiando semplicemente colla bocca mentre un manometro a mercurio ne segnava il valore sul cilindro rotante. La pressione del sangue era di 40 cent. La fig. 59 ci indica che coll' insufflazione dell' aria nella trachea si caccia via sangue dai polmoni: e che appena cessa la pressione nei bronchi i vasi ritornano a dilatarsi. Si noti anzi tutto che le due linee non sono esattamente sovrapposte, come lo indicano i punti di ritrovo P. P. Nell'istante successivo all'aumento della pressione nei bronchi, segnato dalla elevazione della linea manometrica A′, vediamo che la linea pletismografica A B si solleva gradatamente; ciò vuol dire che esce più sangue dai polmoni, di quanto ne penetri dalla boccia di Mariotte. La parte eccedente si versa nel cilindretto galleggiante R, fig. 57, che vedesi affondare. È interessante il fatto che nell' espirazione successiva B′ C′ la capacità dei vasi polmonali diventa più grande di prima: per cui non ritorna solo nei polmoni la quantità di sangue che venne prima cacciata, ma se ne accumula una quantità maggiore. Infatti il punto C è inferiore al punto A. La prima supposizione che viene in mente è che si tratti qui di un semplice cambiamento di tono nei vasi; preferisco però di lasciare in sospeso il mio giudizio su tale questione fino a che abbia ultimate altre esperienze in riguardo.

Si ripete una seconda insufflazione e succedono gli stessi fenomeni: nella seconda espirazione D P, che nella fig. 60 non potè venire rappresentata intera, trovasi che la quantità di sangue passato nei polmoni è maggiore di B C.

L'opposizione nella quantità del sangue residuo nei polmoni durante l' inspirazione naturale e l'artificiale è completa; noi abbiamo infatti trovato che dilatando i polmoni con una pressione negativa alla loro superficie pleurale si accumula in essi del sangue, mentre dilatandoli con una pressione maggiore dell'aria nella trachea e nei bronchi, diminuisce la quantità del sangue contenuto nei medesimi.

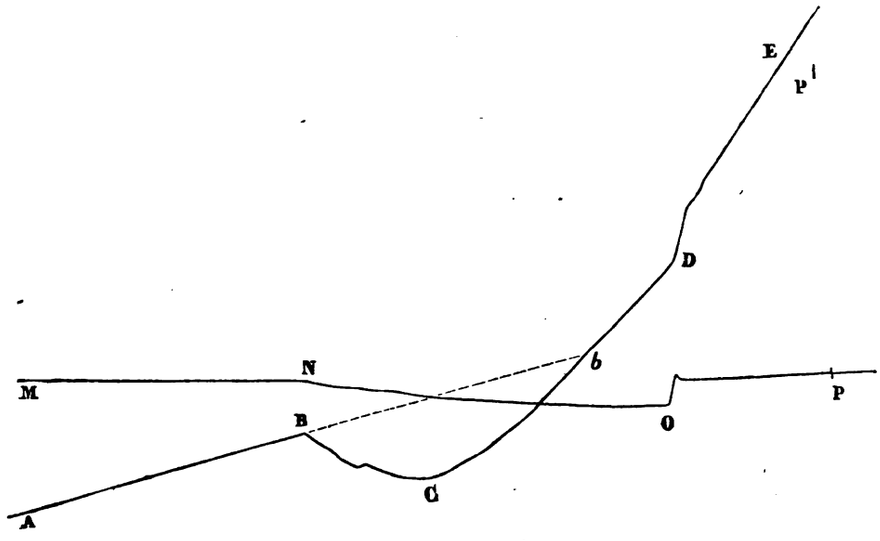
§ 7.

Fino a questo punto abbiamo tenuto calcolo della differenza fra la quantità di sangue che penetra ed esce dai polmoni: la velocità maggiore o minore con cui il

sangue circola nelle differenti fasi della respirazione non venne presa in considerazione. Nel nostro apparecchio questa velocità poteva solo giudicarsi ad occhio vedendo il deflusso più o meno rapido del sangue nella boccia della pressione costante G. È necessario che noi facciamo alcune esperienze grafiche in proposito.

Nella circolazione dei polmoni, durante una inspirazione fatta colla pressione negativa nella cavità pleurale, noi dobbiamo distinguere tre parti del sistema vasale che possono essersi dilatate, cioè le vene, i capillari e le arterie. Questa dilatazione venne colmata in due modi: 1° coll'afflusso più grande di sangue arterioso dalla boccia di Mariotte; 2° col reflusso di sangue dalla vena polmonale. Siccome tutti e due questi fatti hanno prodotto un vuoto nella boccia a pressione costante, così per conoscere il valore del primo, cioè dell' efflusso maggiore del sangue arterioso, basta di misurare il reflusso venoso. Questa determinazione venne fatta lasciando che il sangue della vena polmonale passasse unicamente nel cilindretto galleggiante R del pletismografo. Tale disposizione dell'apparecchio permette di conservare costante ed eguale a zero la pressione del sangue nella vena polmonale; avendo però il vantaggio di misurare e di scrivere il reflusso del sangue verso i polmoni nel momento in cui questi si dilatano per una pressione negativa alla loro superficie.

Fig. 60.



La linea A B C b D E *rappresenta la velocità con cui nella circolazione artificiale esce il sangue della vena polmonale durante un movimento inspiratorio segnato dalla linea manometrica* M N O P.

La linea A B C *b* D E, fig. 60, rappresenta il decorso di una esperienza. Ogni centimetro sulle ordinate corrisponde a poco più di 2 cent. cubici di sangue. La curva riprodotta si svolse in 30 secondi. Il tratto A B indica la velocità con cui esce il sangue mentre il polmone è in collasso. In B faccio una inspirazione. La linea M N O P venne scritta contemporaneamente dal manometro a mercurio. Immediatamente succede un reflusso del sangue verso i polmoni, ed escono dal cilindretto galleggiante circa

5 cent. cubici di sangue. La linea dopo aver raggiunto in C il suo massimo declivio, risale con velocità maggiore di prima. Infatti se prolunghiamo la linea A B essa incontra in *b* la linea C D: ciò vuol dire che il passaggio del sangue a traverso i polmoni è più abbondante nella inspirazione. Nel momento dell' espirazione O producesi un rapido aumento dovuto allo sgorgo delle vene, e dopo continua il deflusso meno forte, ma più rapido di prima, probabilmente perchè il polmone va successivamente liberandosi della quantità di sangue accumulato nei capillari. I punti di ritrovo P P segnano la disposizione delle penne.

Il meccanismo della circolazione non è però così semplice come venne esposto fin qui. Le esperienze fatte colla circolazione artificiale servendosi di una boccia di Mariotte mentre i polmoni sono chiusi in un vaso che rappresenta la cavità del torace, non imitano esattamente il fenomeno della circolazione dei polmoni nei suoi rapporti naturali, se la vena polmonale sbocca nell' interno della cavità toracica artificiale, ed il sangue venoso esce sotto la pressione atmosferica ordinaria.

Dimostrerò nel seguente capitolo come ad una tale obbiezione siasi data troppa importanza, perchè la pressione negativa che si produce nella cavità dei polmoni nella respirazione naturale è del tutto trascurabile, se sono libere le vie del respiro. Perchè sia più convincente la critica di questa obbiezione, esporrò nel seguente capitolo i risultati delle esperienze che ho fatto sulla circolazione dei polmoni quando il sangue venoso si versa direttamente nella cavità artificiale del torace. E noi vedremo che imitando scrupolosamente tutte le condizioni normali vi è pur sempre un passaggio più facile del sangue a traverso i polmoni nell'atto inspiratorio, fatto per mezzo di una pressione negativa alla superficie delle pleure, anche se il sangue venoso giunge nell'orecchietta del cuore sinistro sotto una pressione negativa corrispondente.

CAPITOLO X.

Critica sperimentale delle ricerche fatte sulla circolazione nei polmoni da Quincke e Pfeiffer, da Funke e Latschenberger da Bowditch e Garland.

§ 1.

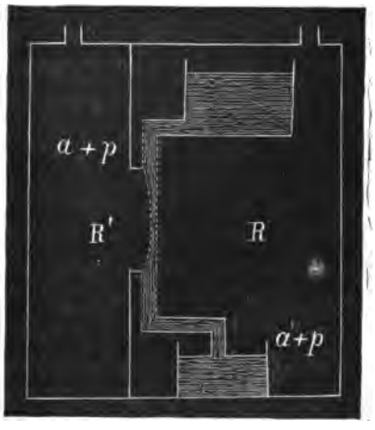
Quincke e Pfeiffer (1) stabilirono per mezzo di esperienze eseguite colla circolazione artifi i nei polmoni estirpati « che vi è un'influenza del tutto opposta sulla circo- « lazione del sangue quando i polmoni vengono dilatati per una pressione negativa « dal lato della pleura, o per una pressione positiva nei bronchi; nel primo caso la « dilatazione favorisce la circolazione, nel secondo caso la rende più difficile ». Ciò è quanto venne da noi confermato sul fine del precedente capitolo. Quincke e Pfeiffer cercando di applicare questi fatti allo studio della circolazione nelle condizioni naturali fanno il seguente ragionamento. « Nel corpo la dilatazione dei polmoni « è prodotta dalla diminuzione di pressione nella cavità della pleura, mentre la pres- « sione nella trachea e nei bronchi durante l'inspirazione e l'espirazione rimane

(1) *Ueber den Blutstrom in den Lungen.* Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871 pag. 98.

« pressochè costante; contemporaneamente e nella stessa misura che diminuisce la « pressione nella pleura diminuisce anche quella cui sono sottoposti la superficie esterna « del cuore, e i grossi vasi polmonali: se il cuore destro, come noi vogliamo supporre, « nell'inspirazione e nella espirazione lavora colla medesima energia, la pressione che « esiste nei rami dell'arteria, e della vena polmonale, riferita alla pressione atmo- « sferica, nella inspirazione sarà minore che nella espirazione completa. Quella parte « del sistema dei vasi polmonali che non è sottoposta alla pressione atmosferica sarà « perciò meno distesa nell'inspirazione che nell'espirazione ».

Per rappresentare schematicamente questa disposizione dei vasi polmonali e del cuore nella cavità toracica in rapporto colla pressione atmosferica, essi imaginano che la linea punteggiata della figura 61 rappresenti un tubo in cui circola un liquido. Il tubo scorre libero nello spazio R e chiude ermeticamente con una parte della sua periferia uno spazio analogo vicino R'.

Fig. 61.



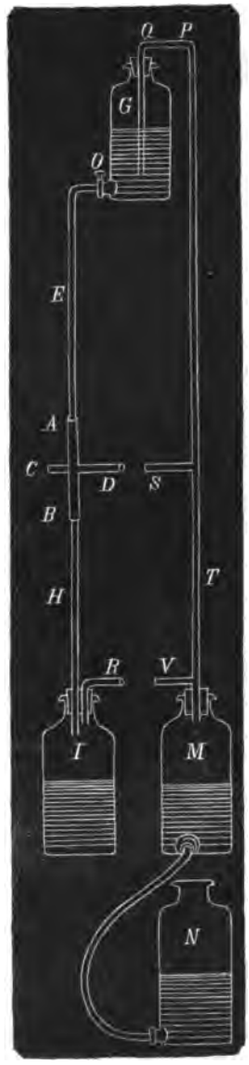
Gli spazî R R' rappresentano due cavità chiuse che comunicano coll'esterno solo per mezzo delle aperture superiori. Il vaso della pressione, e quello inferiore dove si raccoglie il liquido che circola nel tubo elastico, si trovano nel medesimo spazio R che rappresenta la cavità del torace in cui sono chiusi i polmoni ed il cuore. In base a questo schema essi ammettono adunque essere indifferente per la velocità con cui passa il liquido dal vaso superiore nell'inferiore a traverso il tubo elastico, tanto se diventi maggiore di a la pressione nel recipiente di sinistra; quanto se diminuisca di una quantità uguale a in quello di destra (1) e ne inferiscono che nella respirazione naturale debbano osservarsi nella circolazione dei polmoni gli stessi fenomeni che si osservano per la respirazione artificiale: quando cioè la pressione dell'aria nella trachea e nei bronchi viene aumentata con un soffietto. Parendomi che simili conclusioni mancassero di una base sicura, e ritenendo pericolosa l'induzione fatta in questo modo sopra una ipotesi non provata sperimentalmente, volli costrurre un apparecchio che corrispondesse allo schema di Quincke e Pfeiffer: e mi accinsi a fare l'esperienza che essi avevano solo ideato.

La cosa non fu difficile. La parte essenziale dell'apparecchio, la sola che richiede un po' di attenzione è il tubo elastico che si trova posto fra i due recipienti nei quali deve variare a piacimento la pressione dell'aria atmosferica. Per costrurre questo pezzo dell'apparecchio ho preso un tubo di ottone A B, fig .62, del diametro di 13 millimetri e lungo 100. Lo tagliai per lungo nel suo mezzo, su ciascuna metà si fece un foro e vi si innestò un tubo di ottone C e D lungo circa 4 centimetri. Le due metà

(1) Bei dieser Anordnung wird man in Bezug auf den Blutstrom durch das elastische Rohr genau dieselben Veränderungen erreichen, ob man in dem rechts gelegenen Raum den Druck unter den der Athmosphäre erniedrigt ecc. oder ob man ihn statt dessen im linken Raum um ebensoviel erhöht. Memoria citata (pag. 101).

vennero quindi lavorate sulla piattaforma in modo che i loro bordi longitudinali combaciassero esattamente. Tagliai da un foglio di gomma elastica sottile due pezzi lunghi circa 100 mm. e larghi circa 15. Sovrapposi le due membrane e le chiusi distese fra le due metà del tubo di ottone. Un filo metallico, che strinsi con molti giri intorno al tubo di ottone in tutta la lunghezza, comprimeva le due metà del tubo contro i due fogli di gomma posti diametralmente nel suo interno.

Fig. 62.



Questi due foglietti di gomma rappresentano le pareti elastiche del tubo che trovasi fra le due camere dell'apparecchio di Quincke e Pfeiffer. Per prolungare il tubo elastico con altri due tubi rigidi, che mettano in comunicazione il vaso superiore coll'inferiore, presi due tubi di vetro che avessero il diametro di 11 centimetri, li resi alquanto conici tirandoli leggermente sulla lampada e quindi li introdussi fra le due membrane elastiche. Lo spessore delle membrane essendo di circa 1 millimetro questi tubi di vetro chiudevano esattamente l'imboccatura del tubo di ottone. Per essere meglio sicuro che l'acqua circolasse fra le due membrane senza uscirne al di fuori nel punto di combaciamento dei due foglietti, vi feci un colletto di cera lacca e passai su tutto il tubo uno strato di vernice densa. L'apparecchio chiudeva ermeticamente tanto all'interno quanto nelle due camere laterali CD.

La figura 62 mostra la disposizione delle altre parti dell'apparato. Presso il tubo A applicai un manometro a mercurio e il tubo di vetro EO si continua fino sul fondo della boccia di Mariotte, che si può chiudere per mezzo di una chiavetta O la cui apertura interna è uguale per diametro al tubo E. Dalla parte B continuai il tubo H sino dentro la boccia I, che ha un tappo a due aperture: dalla seconda di queste esce il tubo R. Per ripetere l'esperienza di Quincke e Pfeiffer colla pressione $a + p$ come è indicato nella parte sinistra della figura 61 basta questa parte dell'apparecchio. Ma per fare una pressione negativa $a - p$ come è segnato nella parte destra della figura di Quincke e Pfeiffer, ho dovuto aggiungere una seconda parte a questo apparecchio per mettere contemporaneamente il vaso di Mariotte, una parte del tubo elastico e il vaso I dove si raccoglie il liquido, sotto la pressione $a - p$. La cosa, come si vede dalla figura, riesce facilmente mettendo le aperture Q D R in comunicazione con un tubo di vetro P S V nel quale si fa una pressione negativa per mezzo delle due boccie M ed N. Ad ogni esperienza riempio la boccia di Mariotte G fino ad una linea che le ho fatto nel collo col diamante. La capacità di questa boccia è di 930 cc. Per mezzo di un orologio che segna i trecentesimi di minuto primo, e che parte e si arresta colla semplice pressione di un bottone, misuro il tempo che

impiega a svotarsi la boccia fino a che passi la prima bolla d'aria nella chiavetta O. La lunghezza del tubo da O in C D è di 35 centimetri.

§ 2.

Sottoponendo alla prova sperimentale il ragionamento aprioristico di Quincke e Pfeiffer ottengo i risultati contenuti nelle seguenti tabelle.

Nella prima colonna sotto la denominazione di *normale* trovasi indicato in minuti e trecentesimi di minuto il tempo che impiega la boccia F a svotarsi mentre le aperture P C D R erano aperte in altre parole mentre tutto l'apparecchio trovasi sotto la pressione atmosferica. Nella seconda colonna col titolo $a + p$ è indicato il tempo che impiega la boccia G a svotarsi mentre l'aria che sta nella camera C alla superficie di una parete del tubo elastico trovasi compressa da una colonna d'acqua alta 23 centimetri. Per ottenere questa pressione a $+ p = 23$ centim. basta di applicare le boccie M N all'apertura C e di sollevare la boccia N finchè il livello del liquido nella medesima sia di 23 centimetri più alto che quello di M. L'apertura D è in comunicazione coll'aria atmosferica. Nell'ultima colonna $a - p$, tutto il sistema trovasi sotto la pressione negativa di — 23 centimetri. Cioè le boccie M N vennero messe in rapporto col tubo R e per mezzo della rimanente comunicazione colle aperture D e Q. La differenza di livello del liquido in M ed N è pure di 23 centimetri essendo la boccia N l'inferiore. L'apertura C comunica liberamente coll'aria atmosferica.

La parte A della tavola seguente racchiude i risultati di una serie di esperienze fatte con due membrane elastiche alquanto resistenti e dello spessore di circa 1 millimetro. Nella seconda serie B mi servii dello stesso apparecchio mettendo nel tubo due membrane più sottili e più estensibili.

A			B		
Normale	$a + p$	$a - p$	Normale	$a + p$	$a - p$
0,275	1,080	1,260	1,025	1,165	2,004
0,277	1,070	1,261	1,030	1,161	2,008
0,266	1,063	1,279	1,034	1,170	1,296

Il ragionamento su cui Quincke e Pfeiffer fondarono le loro conclusioni non viene dunque provato dall'esperienza. I numeri riferiti testè ci mostrano che quando si fa una pressione $a - p$ nel recipiente di destra, passa meno liquido nel tubo elastico, che non quando si fa $a + p$ in quello di sinistra.

La causa di tale variazione nella portata deve riporsi in un cambiamento della velocita. Tanto nel caso $a + p$ come nel caso $a - p$ la velocità non rimane costante nella parte più stretta del tubo, benchè la pressione non varia. Ciò che varia è la sezione. Non ho potuto vedere come si dispongano le membrane che costituiscono il tubo elastico sotto la pressione $a - p$, od $a + p$; ma ritengo però come certo che la sezione del tubo deve essersi modificata.

Applicai successivamente all'apertura C ed all'apertura D un timpano di Marey per scrivere le oscillazioni delle membrane elastiche sotto le pressioni $a + p$ ed $a - p$, e trovai che in quest'ultimo caso $(a - p)$ le oscillazioni erano più lente e più forti, ciò che del resto sentivasi anche coll'orecchio.

Un concetto importante nel lavoro di Quincke e Pfeiffer è di aver mostrato col ragionamento che nella circolazione artificiale dei polmoni, quando vengono dilatati da una pressione negativa fatta alla superficie della pleura, mentre la vena polmonale trovasi sotto la pressione atmosferica, deve passare a traverso i medesimi una quantità maggiore di sangue, che non quando la vena polmonale trovasi sotto la medesima pressione negativa che ha dilatato i polmoni.

Tale idea potei confermarla con esperienze fatte coll'apparecchio sopradescritto. Infatti se facciamo una pressione negativa p in D, ossia mettiamo una parete del tubo elastico sotto la pressione di — 23 cent. $= p$, mentre tutto il resto rimane sotto la pressione atmosferica si trova che passa la medesima quantità di liquido in un tempo minore che non in tutti i casi predetti, come risulta dalla seguente tabella C che è la continuazione della tabella B.

Tabella C.

Normale	$a + p$	$a - p$	pressione negat. p solo in D
1,025	1,165	2,004	0,300
1,030	1,161	2,008	0,298
1,034	1,160	1,296	0,295

L'aumento della portata si capisce facilmente quando si pensa che la pressione negativa sopra una sola parete del tubo elastico deve rendere più ampia la sezione del medesimo. Si tratta ora di vedere quale valore abbiano simili esperienze per l'applicazione che se ne può fare alla circolazione de' polmoni. Per conto mio ritengo la cosa essere molto più complicata di quanto non supposero Quincke e Pfeiffer nella loro figura schematica perchè i vasi sanguigni degli alveoli polmonali oltre al dilatarsi e restringersi durante i movimenti della respirazione, si dispiegano e si ripiegano come vedremo fra poco nella critica del lavoro seguente.

§ 3.

Funke e Latschenberger pubblicarono successivamente due Memorie per dimostrare che era necessario di introdurre un altro fattore nella spiegazione dei fenomeni osservati nella circolazione dei polmoni. Le loro ricerche sono fondate su questo ragionamento « che ad ogni dilatazione inspiratoria dei polmoni, prodotta da una « pressione o negativa sulla pleura, o positiva nella trachea, deve in seguito all'aumento « di superficie degli alveoli succedere una distensione della rete capillare, e quindi « un allungamento ed un restringimento dei singoli vasi » (1).

Questo concetto non è nuovo, perchè Poiseuille lo aveva già svolto fino dal 1855 nelle sue *Recherches sur la respiration* (2). In cui dimostrò per mezzo di esperienze fatte sugli animali colla circolazione artificiale che l'*insufflation retarde le passage des liquides dans les capillaires du poumon.*

(1) *Ueber die Ursachen der respiratorischen Bluldruckschwankungen im Aortensystem.* Pflüger's Archiv. 1877 pg. 405.

(2) Le fond de chaque vésicule, ainsi que des parois latérales, contiennent dans leur épaisseur un réseau de capillaires sanguins très-abondants, qui obéissent à l'ampliation ou au retrait de la

La spiegazione che Poiseuille e dopo lui Funke e Latschenberger hanno dato del ritardo che subisce la circolazione del sangue nei polmoni, quando questi vengono distesi da una pressione fatta nella trachea, è fondata sull'ipotesi che i vasi sanguigni siano disposti negli alveoli come tanti circoli massimi alla superficie di una sfera. Se ciò fosse vero la loro spiegazione potrebbe essere giusta. Ma le injezioni ci mostrano che i vasi sanguigni fanno delle sinuosità e serpeggiano alla superficie degli alveoli. Quando distendiamo i polmoni per una pressione negativa alla superficie pleurale queste sinuosità si svolgono e nuove vie possono aprirsi al passaggio del sangue che prima erano più difficili ed occluse. È così che noi crediamo si debba spiegare l' aumento della circolazione polmonale nell' ispirazione normale. Quando invece si soffia nella trachea diminuisce la circolazione del sangue non perchè siano troppo distesi i capillari, ma perchè esercitiamo una pressione positiva sulla loro superficie che necessariamente deve mettere un ostacolo al passaggio del sangue.

Funke e Latschenberger non apprezzarono giustamente la contraddizione che esisteva fra la loro teoria ed il risultato delle esperienze fatte da Quinke e Pfeiffer in condizioni analoghe alle normali, cioè colla pressione negativa alla superficie delle pleure.

Infatti sul finire della loro prima Memoria, dopo le osservazioni fatte per mezzo della respirazione artificiale insufflando aria nella trachea a torace aperto, essi ammettono che si producano gli stessi effetti nel torace chiuso colla respirazione naturale « Wir tragen auch nicht das leiseste Bedenken unsere Erklärung auch auf die respiratorischen Blutdrukschwankungen bei natürlicher Athmung zu übertragen » (1).

Noi non possiamo dividere cogli autori questa sicurezza, perchè essi non dimostrarono in alcun modo che sia vera la loro conclusione, per ciò che si riferisce alla respirazione naturale. La mancanza di correlazione fra i loro esperimenti sulla respirazione fatta aumentando la pressione dell'aria nei bronchi e la respirazione naturale era così evidente che un anno dopo gli autori dovettero ritrattarsi. Infatti pubblicarono una seconda Memoria (2) per dare come essi dicone una *dimostrazione sperimentale diretta* del valore della loro teoria anche nella respirazione naturale, cioè nella dilatazione dei polmoni per mezzo di una pressione negativa sulla pleura. La cosa sembrò loro necessaria, perchè, come essi soggiungono, vi esistevano delle osservazioni che rendevano apparente un' opposizione tra i rapporti della circolazione durante la respirazione artificiale e la naturale. Quindi soggiungono che Quincke e Pfeiffer hanno già cercato di mostrare per mezzo di un esatto ragionamento che tale opposizione sui mutamenti della circolazione polmonale esiste solamente quando il principio ed il fine della corrente sanguigna artificiale si trova fuori dello spazio pleurale e sotto

cavité de la vésicule, de telle sorte que l'aire de la vésicule augmentant dans l'inspiration, les capillaires s'allongent et leur diamètre est en même temps diminué. Au contraire dans l'expiration, en égard au retrait de la vésicule sa surface diminuant, le diamètre des capillaires augmente, et leur longueur diminue. Poiseuille - *Recherches sur la respiration* - Comptes rendus 1855 Tome 41 p. 1073.

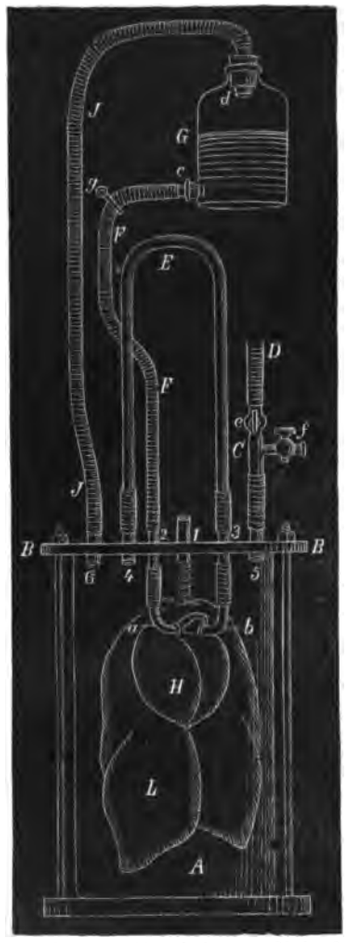
(1) Memoria citata, pag. 428.

(2) Pflüger's Archiv 1878 pag. 547.

la pressione atmosferica. Ma che per il contrario quando tutte le vie della corrente polmonale, come è il caso nell'animale vivo, si trovano chiuse nello spazio pleurale, si deve osservare un passaggio più difficile del sangue a traverso i polmoni anche quando essi vengono dilatati per mezzo di una pressione negativa alla superficie della pleura.

Siccome Quincke e Pfeiffer non avevano dato questa dimostrazione sperimentale della loro deduzione teorica, Funke e Latschenberger si accingono a fare un *experimentum crucis*, nel quale fossero conservati, come essi dicono, le condizioni normali, e idearono un apparecchio dove il principio ed il fine della circolazione artificiale, cioè il vaso a pressione e quello nel quale raccoglievasi il sangue venoso, fossero in comunicazione colla cavità pleurale artificiale. Però Quincke e Pfeiffer non viddero concretizzato in un esperimento il loro concetto teorico, perchè l'apparecchio di Funke e Latschenberger non corrispondeva allo scopo per cui fu costrutto e le loro esperienze non furono eseguite coll'esattezza che è necessaria per infondere valore nei risultati ottenuti. Essi imitarono la cassa toracica per mezzo del vaso A, come è indicato nella presente riproduzione della loro figura. La pressione del sangue viene dal vaso G pel tubo F, il sangue venoso dopo essere uscito dai polmoni H L passa nel tubo ricurvo E, che qui è rappresentato in posizione verticale, ma che nell' esperienza è messo orrizzontalmente per conoscere la velocità della circolazione polmonale durante le varie fasi della respirazione. Questo tubo e quello di afflusso dell'aria alla boccia G si trovano per mezzo delle aperture 6 e 4 in comunicazione colla cavità artificiale delle pleure rappresentato dal vaso A.

Fig. 63.



L' inspirazione viene fatta, con una pompa ad acqua di Bunsen applicata in D. Chiudendo la chiavetta *f* che comunica coll'atmosfera essi producono la rarefazione dell'aria nella cassa A e distendono i polmoni. Aprendo di nuovo la chiavetta *f* i polmoni cadono in collasso. Siccome gli autori non fanno alcun cenno del valore manometrico della pressione negativa noi possiamo credere che trattandosi di una pompa di Bunsen la pressione negativa fosse così forte da rendere illusorio qualsiasi risultato.

Per metterci in condizioni possibilmente analoghe alle naturali, come volevano fare Funke e Latschenberger essi avrebbero dovuto anzitutto conservare il rapporto che esiste normalmente fra la pressione del sangue nel cuore destro e la pressione negativa alla superficie della pleura.

§ 4.

Per conto mio sono convinto che la causa della confusione ora esistente in questo capitolo della fisiologia dipende appunto dal valore troppo grande che molti autori hanno dato alla pressione negativa durante l'inspirazione nella cavità pleurale. Vi fu, se così è permesso di esprimermi, un periodo di decadenza in questi studî; e noi dobbiamo rimontare al classico lavoro di Donders, *Sul meccanismo della respirazione e della circolazione* (1) per trovare un punto solido di appoggio nella discussione attuale.

Donders legando un manometro nella trachea del cadavere trovò che aprendo la cavità del torace si produce una pressione positiva che fa equilibrio ad una colonna d'acqua alt. 30 - 70 millimetri; perchè nel momento in cui la pressione alla superficie dei polmoni diventa eguale all'atmosferica le fibre elastiche di quest'organo si raccorciano e gli alveoli si restringono. Dai calcoli di Donders risulta che in condizioni analoghe nell'uomo vivo e sano aprendo la cavità del torace dovrebbe prodursi un aumento della pressione nella trachea uguale a 100 millimetri di acqua. Questa pressione di circa 7 ½ millimetri di mercurio, che si produce quando i polmoni cadono in collasso, rappresenta la forza che è necessaria per dilatare i polmoni fino a che essi riempiano la cavità toracica come è sul fine della espirazione.

Per quanto sia necessaria questa prima determinazione della resistenza vitale dei polmoni, non è il valore di cui abbisognamo, perchè esso rappresenta una quantità che rimane costante quando è finita l'espirazione.

Noi dobbiamo invece tener conto della pressione che è necessaria per dilatare i polmoni da questo punto fino a quell'ampiezza che essi raggiungeranno sul finire di una inspirazione normale.

Kramer e Donders misurarono negli animali e nell'uomo la pressione sotto cui penetra l'aria nella trachea e nel naso durante la ispirazione naturale. Kramer applicando lateralmente un manometro nella trachea di un cavallo trovò che nella inspirazione il manometro scendeva di circa 1 millimetro di mercurio, e che nella espirazione aumentava la pressione dell'aria nella trachea di circa 2 o 3 millimetri. Dalle determinazioni di Donders risulta che le differenze della pressione nei polmoni dell'uomo oscillano durante l'espirazione e l'inspirazione fra 1 - 3 millimetri di mercurio. Le vie per cui l'aria giunge nei polmoni sono tanto ampie e le resistenze al passaggio della medesima nei bronchi sono tanto piccole, che nella inspirazione deve stabilirsi rapidamente l'equilibrio tra la pressione dell'aria alla superficie degli alveoli colla pressione atmosferica. Quando le vie aeree sono libere, non mi pare possibile che nella cavità del torace possa esistervi una pressione negativa superiore a 2 millimetri di mercurio. La misura della pressione nella cavità della pleura presenta tali difficoltà che per quanto io mi sappia non vennero ancora superate. Noi abbiamo però dei dati positivi per avere un criterio del suo valore nelle condizioni normali che sono quelle che ci interessano di più. Infatti conoscendo che è necessario una pressione

(1) *Beiträge zum Mechanismus der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande.* Zeitschr. f. rat. Med. Bd III. 1853 pag. 287.

di circa 2 millimetri di mercurio per dilatare i polmoni dallo stato di espirazione fino alla capacità che essi hanno nella inspirazione ordinaria, e sapendo che l'aria penetra nella trachea sotto una pressione di circa 1 millimetro di mercurio, e che sul finire dell'inspirazione deve essere eguale a zero la pressione dell'aria nei polmoni, noi dobbiamo conchiudere che la pressione negativa nella cavità degli alveoli durante l'inspirazione sia quasi trascurabile di fronte alla pressione del sangue nel cuore destro. Le presenti considerazioni spero basteranno per tenere come dimostrato che veramente vi fu una grave esagerazione per parte di Quincke e Pfeiffer di Funke e Latschenberger nel dare tanta importanza alla pressione negativa inspiratoria che secondo noi è del tutto trascurabile.

Funke e Latschenberger servendosi di una pompa di Bunsen onde produrre una pressione negativa, oltrepassarono di troppo i limiti necessarî in questa esperienza per imitare le condizioni normali.

La dimostrazione di quest'errore apparisce evidente dagli stessi risultati delle loro esperienze.

Quincke e Pfeiffer avevano supposto, come già riferimmo, che il cuore destro lavorasse colla medesima energia nell'inspirazione e nell'espirazione. Questa condizione essenziale viene trascurata nelle esperienze di Funke e Latschenberger. Infatti osservando la figura del loro apparecchio noi vediamo che la boccia G da cui parte il sangue defibrinato comunica per mezzo del tubo F col vaso A. Se Funke e Latschenberger avessero applicato un manometro sul tubo F presso l'apertura 2, come ho fatto io, aprendo la chiavetta *f* avrebbero trovato che la pressione del sangue diminuiva di una quantità corrispondente alla pressione negativa prodottasi nel vaso A. Se ci serviamo di una pompa di Bunsen, la pressione negativa può divenire subito così grande da superare di molto la pressione positiva di 40, o al massimo 50 centimetri di acqua, sotto cui deve circolare il sangue nei polmoni, ed in questo caso succede un arresto nella circolazione artificiale.

Questo è quanto capitò a Funke e Latschenberger che tenendo i polmoni dilatati alla fine dell'inspirazione videro diminuire la velocità della circolazione nei polmoni. « Wurde die Athmung auf dem Gipfel der Inspiration durch Schliessen von *e* sistirt, die Lunge also im erweiterten Zustand erhalten, so ging die während der Einathmung beobachtete Beschleunigung in Retardation über » (1).

Un altro difetto dell'apparecchio di Funke e Latschenberger sta nel metodo che scelsero per determinare la velocità della circolazione del sangue nei polmoni. Il concetto di mettere un tubo di vetro orizzontale e che ripiegandosi ritorni nel vaso A, sebbene sia un buon ritrovato, non può essere di molta utilità nella pratica, perchè è troppo breve il tempo in cui si può osservare il passaggio del sangue. Semplicemente guardando la figura dell'apparecchio di Funke e Latschenberger si può asserire che questi autori non potevano fare delle esperienze esatte, e che le loro osservazioni dovevano necessariamente limitarsi ai fenomeni che si osservano nel primo momento dell'inspirazione o dell'espirazione. Infatti quando essi ripeterono col loro apparecchio le esperienze di Quincke e Pfeiffer non poterono confermare ciò che tutti hanno sempre constatato

(1) Memoria citata, pag. 553.

e considerarono come essenziali dei fatti accidentali che si osservano nel principio dell'esperienza (¹).

Se Funke e Latschenberger avessero potuto prolungare alquanto di più le loro osservazioni non sarebbero certo giunti a questa contraddizione, ed avrebbero essi pure trovato che dopo il reflusso nell'inspirazione compare subito un passaggio più copioso del sangue a traverso i polmoni: e che viceversa nella espirazione dopo un primo aumento momentaneo succede un rallentamento persistente della velocità di afflusso.

In seguito a queste considerazioni ci appaiono insostenibili le conclusioni di Funke e Latschenberger sulla circolazione polmonale e noi non ne teniamo calcolo nell'ulteriore sviluppo di questo argomento.

§ 5.

Assai più importante è una recente Memoria di Bowditch e Garland (²) dove essi, per mezzo di un apparecchio che ha molti punti di rassomiglianza con quello di Funke e Latschenberger, ripeterono indipendentemente da questi autori le medesime esperienze. Quantunque Bowditch e Garland impiegassero il metodo grafico, il loro apparecchio ha lo stesso difetto che notammo già per quello di Funke e Latschenberger, cioè nel momento in cui fanno una pressione negativa nella cassa artificiale della pleura, diminuisce di altrettanto la pressione nella boccia di Mariotte, perchè si rarefà contemporaneamente anche l'aria che sta in questa boccia.

La pressione negativa con cui Funke e Latschenberger, Bowditch e Garland eseguirono l'inspirazione, rimarrebbe senza influenza sulla circolazione del sangue solo nel caso in cui (riferendoci alla figura di Funke e Latschenberger) i tubi I ed F fossero rigidi ed il sangue si versasse direttamente nel recipiente A, senza attraversare i polmoni. Ma il recipiente in cui Funke e Latschenberger, Bowditch e Garland fecero le loro esperienze, non è chiuso ermeticamente; e sul decorso dei tubi rigidi vi sono i polmoni, che stanno in rapporto coll'aria atmosferica.

Così quando noi facciamo una pressione negativa in A, questa si comunica alla parte superiore della boccia di Mariotte, e vi tiene per così dire sospeso il sangue, mentre nell'apparecchio inferiore manca l'aspirazione che dovrebbe controbilanciare questo effetto, e tenere costante l'efflusso del sangue. L'aspirazione sulla vena polmonale non può trasmettersi direttamente fino all'albero arterioso, perchè nel mezzo vi sta tutta la rete dei capillari che trovasi in rapporto coll'aria atmosferica. Quindi nell'inspirazione fatta a questo modo deve necessariamente prodursi una diminuzione della sezione in questa parte dell'albero circolatorio.

Se i predetti autori avessero applicato un manometro sul decorso del tubo,

(¹) Wenn wir von den natürlichen Bedingungen insofern abwichen, als wir wie Quinke und Pfeiffer Anfang und Ende der pulmonalen Strombahn unter den Athmosphärendruck setzen, so trat allerdings das entgegengesetzte Resultat, das sich als Folge der Druckdifferenz voraussagen lässt, ein; bei der Einathmung wurde der Abfluss aus den Lungen retardirt, sogar in einen Rückstrom verwandelt, bei der Ausathmung beschleunigt. Memoria citata p. 553.

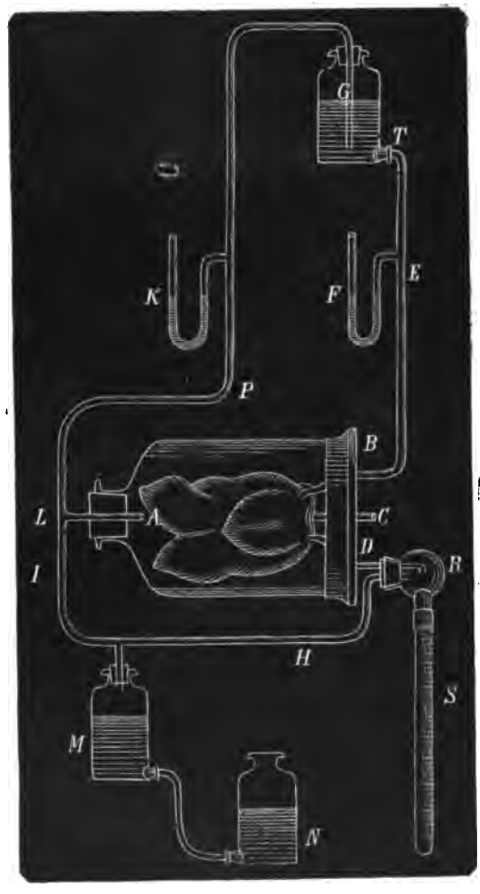
(²) *The effect of the respiratory movements on tho pulmonary circulation.* The Journal of Physiology. Vol. II. N. 2, 1879 pag 91.

avrebbero trovato che la pressione nel momento dell'inspirazione diminuisce di una quantità corrispondente al valore della pressione negativa alla superficie dei polmoni.

La prima condizione stabilita da Quinke e Pfeiffer, che per conoscere i mutamenti nello stato dei vasi polmonali durante l'inspirazione e l'espirazione sia indispensabile di tenere costante la pressione sotto cui circola il sangue, non venne dunque effettuata nè da Funke e Latschenberger, nè da Bowditch e Garland che adoperavano una boccia di Mariotte. L'errore nacque pel troppo zelo con cui gli autori predetti cercarono di imitare le condizioni naturali. Si volle sottrarre la boccia in cui è contenuto il sangue defibrinato alla pressione dell'aria atmosferica e metterlo in comunicazione colla cavità artificiale delle pleure per la sola ragione che il cuore è contenuto nella cavità del torace. Ma non si pensò che il cuore spinge il sangue nei polmoni per effettto delle sue contrazioni e non per effetto della gravità di questo liquido.

Ora si comprende facilmente perchè Bowditch e Garland con un cuore artificiale, ossia con una boccia di Mariotte, in cui diminuisce ad ogni inspirazione la pressione del sangue abbiano realmente trovato che nella inspirazione sia minore la velocità con cui il sangue attraversa i polmoni.

Fig. 64.



§ 6.

Riconosciuto che l'apparecchio di Funke e Latschenberger, come quello di Bowditch e Garland non sono adatti per studiare i cambiamenti che hanno luogo nei vasi polmonali, perchè la pressione non rimane costante, si comprenderà facilmente come io dovessi tosto accingermi a ripetere le loro esperienze con un apparecchio dove la pressione sanguigna rimanesse sempre la stessa, tanto nell'inspirazione come nella espirazione. Benchè io avessi già eseguito questa serie di esperienze molto prima che fosse stampata la Memoria di Bowditch e Garland (che uscì nel luglio di quest'anno), i risultati ottenuti possono applicarsi senza alcuna variante tanto alla critica del lavoro di Funke e Latschenberger quanto a quello di Bowditch e Garland, che sono giunti alle medesime conclusioni.

L'apparecchio di cui mi servii è rappresentato dalla fig. 64. Introduco i polmoni di un cane nella campana A colle stesse precauzioni che furono già indicate prima. Il sangue defibrinato dalla boccia

di Mariotte G penetra pel tubo E e la cannula B nell'arteria polmonale ed esce per la cannula D. Il tubo di questa grossa cannula attraversa un tappo di gomma elastica a due aperture: nell'altra apertura vi è un tubo di vetro che va alle boccie M N. Queste servono a fare la pressione negativa; che per mezzo del tubo I L si trasmette all'interno della campana A e dilata i polmoni. La medesima pressione negativa può arrivare col tubo P fino alla parte superiore della boccia G.

Una buretta graduata S, della capacità di 200 centimetri cubici termina in un piccolo matraccio a collo grosso che imbocca il tappo di gomma D in cui passa il tubo della cannula venosa e quello della pressione negativa. La trachea comunica direttamente coll'atmosfera per mezzo della cannula C. Quest'apparecchio è fondato sul medesimo principio di quello già descritto di Funke e Latschenberger; se ne distingue perchè la pressione negativa si fa colle boccie M N e non colla pompa di Bunsen, per avere due manometri K ed F con cui si misura la pressione ed una buretta verticale R S per determinare la velocità dell'efflusso dalla vena. Il tempo è misurato con un orologio dove il minuto è diviso in 300 parti e che si fa partire e si arresta comprimendo una molla. Ho preferito anche qui di sacrificare prima un cane per avere il sangue da mettere in ordine l'apparecchio e poi di ucciderne un altro per estirparne i polmoni.

Nelle seguenti esperienze i numeri indicano la velocità dell'efflusso venoso: ossia il tempo necessario perchè passino a traverso i polmoni 70 centimetri cubici di sangue, che è l'unità di tempo accettata anche per le esperienze successive. Credo quasi inutile di ripetere come nel momento in cui si abbassa la boccia N si produca una pressione negativa in tutto il sistema. Il livello del liquido della boccia M essendo 23 centimetri più elevato che nella boccia N si osserva una pressione negativa corrispondente nel manometro K. La pressione positiva che osservasi nel manometro F, quando tutto il sistema trovasi sotto la pressione atmosferica, diminuisce di 17 mm. nel momento in cui si stabilisce una pressione negativa nel sistema, uguale a 23 centimetri di acqua.

Esperienza I.ª

Uccido un grosso cane da caccia e chiudo subito i polmoni nella cassa A. La pressione che chiamerò normale ossia l'altezza della colonna di sangue BT è di 33 centimetri. Apro la chiavetta T e lascio uscire 150 c. c. di sangue. Faccio prima tre determinazioni per conoscere la velocità media del sangue e trovo che

70 c. c. escono in 0′,090.
» » » 0′,135.
» » » 0′,145.

Faccio una pressione negativa di 18 c. m. in tutto il sistema.

70 c. c. escono in 0′,147.

Perdo forse due minuti, perchè sbaglio un'osservazione e devo preparare nuovamente le boccie M N per fare la pressione negativa di 18 c. m. in tutto il sistema.

70 c. c. escono in 0′,160.

Non posso fare immediatamente un'osservazione di confronto colla pressione normale, perchè devo prima riempire di sangue la boccia Mariotte. Dopo circa 2 minuti faccio una nuova osservazione colla pressione normale di 33 centimetri.

70 c. c. escono in 1′,155. Faccio una pressione negativa di 18 cent. in tutto l'apparecchio.

70 c. c. escono in 1′,165. Subito dopo faccio la pressione normale.
70 c. c. escono in 1′,166. Faccio una pressione positiva nella trachea eguale a 20 cent.
70 c. c. escono in 2′,281.

Esperienza II.ª

Polmoni di un cane di grandezza media estirpati di fresco. Dopo che uscirono 200 c. c. di sangue sotto la pressione normale di 33 centimetri, faccio colle boccie M N una pressione negativa di 18 centimetri di acqua in tutto l'apparecchio.

70 c. c. escono in 0′,070
. . . . . 0′,075. Faccio la pressione normale di 33 centimetri.
70 c. c. escono in 0′,075;
. . . . . 0′,078. Faccio la pressione negativa in tutto l'apparecchio di 18 cent.
70 c. c. escono in 0′,085. Poi pressione negativa di 18 cent. in tutto l'apparecchio eccettuato nella boccia di Mariotte.
. . . . . 0′,060. Faccio una pressione negativa di 17 cent. in tutto l'apparecchio.
70 c. c. escono in 0′,060.
. . . . . 0′,060. Aumento la pressione negativa fino a 19 in tutto l'apparecchio.
70 c. c. escono in 0′,066. — Ritorno alla pressione normale.
70 c. c. escono in 0′,064. Faccio la pressione negativa in tutto l'apparecchio eccettuata la boccia di Mariotte.
70 c. c. escono in 0′,062. Pressione negativa di 17 cent. in tutto l'apparecchio.
70 c. c. escono in 0′,066. Ritorno alla pressione normale di 33 cent.
. . . . . 0′,061.

Dalla lettura di queste ultime esperienze, risulta evidente la difficoltà sempre più grande che incontra il sangue a circolare negli organi estirpati. I mutamenti che succedono nei polmoni per effetto della circolazione artificiale sono così rapidi che riesce impossibile di eseguire sopra un solo animale tutta la serie delle operazioni che sono indispensabili per la soluzione del problema che ci occupa.

Riducendo a tre le osservazioni sulla pressione normale per avere un concetto del modo con cui procede la curva dell'efflusso si trova spesso che nella quarta osservazione la velocità può essere, pel fatto del continuo decremento, la metà minore di prima, e presto si giunge ad una velocità così piccola che non è più possibile qualsiasi paragone.

Dalle precedenti osservazioni si può tuttavia conchiudere con sicurezza, che lasciando costante l'energia del cuore artificiale aumenta la velocità con cui il sangue circola nei polmoni, anche quando il sangue venoso esce dai polmoni ed entra nell'orecchietta artificiale R sotto una pressione negativa. La dilatazione dei vasi polmonali nell'inspirazione è tale, che anche quando si diminuisce la pressione della boccia di Mariotte facendone comunicare la parte superiore colla cavità pleurale, la velocità dell'efflusso rimane molte volte costante ed uguale a quanto osservasi nell'efflusso del sangue venoso sotto la pressione atmosferica. Questo fatto può solo spiegarsi ammettendo che nell'inspirazione vi fu una dilatazione dei vasi polmonali che compensa il rallentamento prodotto dalla pressione scemata.

Risalendo da queste esperienze a quanto succede nella circolazione naturale noi riteniamo che durante l'inspirazione diminuiscono nei polmoni le resistenze al passaggio del sangue; e resta così confermato con altro metodo, ciò che D'Arsonval aveva dimostrato nella sua tesi del 1877 senza estirpare i polmoni.

§ 7.

Avevo già finito queste ricerche, quando in un viaggio che feci l'anno scorso in Olanda, ebbi il piacere di conoscere nell'Università di Leida il dott. S. de Jager, che aveva pubblicato pochi mesi prima una tesi di laurea intorno al medesimo argomento (1) fatta sotto la direzione del prof. Heynsius. Gli parlai delle indagini che io pure avevo instituito sulla circolazione del sangue nei polmoni, e gli esposi il metodo e gli apparecchi di cui mi ero servito per fare simili esperienze. La Memoria del dott. S. de Jager comparve tradotta nell'archivio di Pflüger solo nello scorso novembre (2) quando io aveva già mandato all'Accademia il presente manoscritto. Riconosco volontieri al dott. Jager la priorità nella critica di questo punto assai controverso della fisiologia. I nostri lavori malgrado la rassomiglianza dei risultati conservano una impronta caratteristica; perchè il metodo delle indagini, eccettuato un solo apparecchio, fu essenzialmente diverso.

Il dott. Jager scrisse 4 paragrafi:

1° Sopra i cambiamenti di capacità delle vie sanguigne nei polmoni. 2° Sopra i cambiamenti di velocità della corrente sanguigna nei polmoni. 3° Sopra le velocità di efflusso del sangue dai polmoni durante le rapide e successive dilatazioni per mezzo dell'aspirazione ed il collasso, nella cassa toracica artificiale. 4° Sopra la velocità di efflusso del sangue dai polmoni nell' inspirazione e nella espirazione durante la vita.

Sono lieto che noi siamo giunti per vie diverse a risultati analoghi. Non sta a me di erigermi giudice sul merito dei metodi con cui affrontammo contemporaneamente il medesimo problema. Questo però credo di poter dire senza troppa presunzione che il lavoro pregevole del dott. Jager non rende inutile la pubblicazione dei precedenti paragrafi; ed io spero che il prof. Heynsius e il dott. Jager accetteranno le mie esperienze come un complemento ed una conferma delle loro indagini.

CAPITOLO XI.

Influenza dei movimenti respiratorî sulla préssione generale del sangue.

§ 1.

Dopo aver studiato le modificazioni che i movimenti respiratorî producono nella circolazione polmonale, viene ora il problema assai più complesso dei mutamenti che insorgono per effetto della respirazione nel circolo generale.

Mentre sto per metter piede in un campo ricco di lavori pregevoli e di controversie non ancora definite, credo opportuno dichiarare che nel presente capitolo desidero di riferire solo le esperienze che ho fatto sull'uomo, illustrandole colle indagini di altri fisiologi e con nuovi studî fatti sugli animali.

(1) *Over de Bloedsbeweging in de longen.* Academisch proefschrift. Leiden 1879.
(2) *Ueber den Blutstrom in den Lungen.* Pflüger's Archiv. 1879 pag. 426.

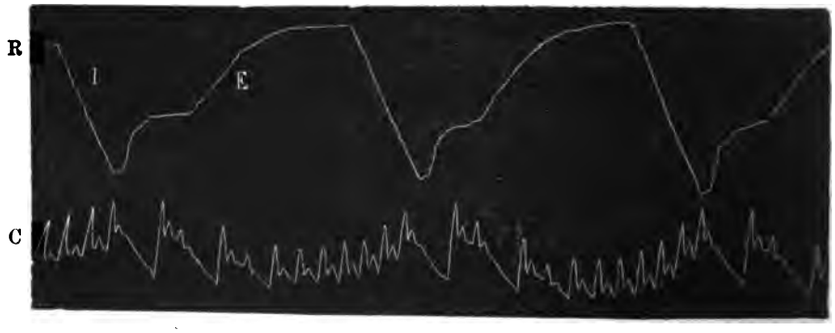
In omaggio alle esperienze classiche del Ludwig e dei suoi discepoli, incomincierò colle parole dell'Einbrodt, per avere un termine di paragone in quanto osserveremo successivamente sull'uomo e sugli animali in condizioni differenti.

« Der Blutdruck erfährt während der Einathmung eine Zunahme, die allmälig « aber stetig erfolgt, d. h. jeder neue Herzschlag trifft eine höhere Spannung als der « vorhergehende. Diese Steigerung des Btutdruckes fällt jedoch in ihrem Anfange « nicht genau mit dem Eintritte der Inspiration zusammen, sondern erfolgt erst während « ihrer Dauer . . . . . mit anderen Worten; der höchste Punkt eines Pulscurvenstückes, « das einer ganzen Respirationsbewegung entspricht, fällt nicht auf die Zeit der Inspi- « ration » (').

La curva del polso e della pressione sanguigna venne scritta contemporaneamente nella carotide servendomi di un timpano a leva munito di una membrana, riempito colla soluzione di carbonato sodico. Per graduare a piacimento la resistenza che presenta la membrana elastica del timpano registratore, applico una serie di anelli elastici che abbracciano il disco di alluminio che sta sulla membrana e tutto il timpano: oppure con un semplice filo di gomma elastica avvolgo il timpano, in modo che la pressione sanguigna non faccia fare una cupola troppo grande alla membrana del medesimo. Quando la pressione del sangue diminuisce e il tracciato del polso diventa troppo piccolo, levo qualche anello elastico, oppure slaccio quanto basta il filo che trattiene la membrana, fino a che si ottenga l'altezza delle pulsazioni che si desidera.

Scelgo dai miei tracciati una osservazione che si possa considerare come il tipo più comune del respiro nel cane. — La linea R della figura 65 venne scritta col pneumografo di Marey. I movimenti respiratorî sono grandi e regolari: la inspirazione è più rapida della espirazione; per cui nei tracciati la curva si abbassa ad ogni inspirazione.

Fig. 65.



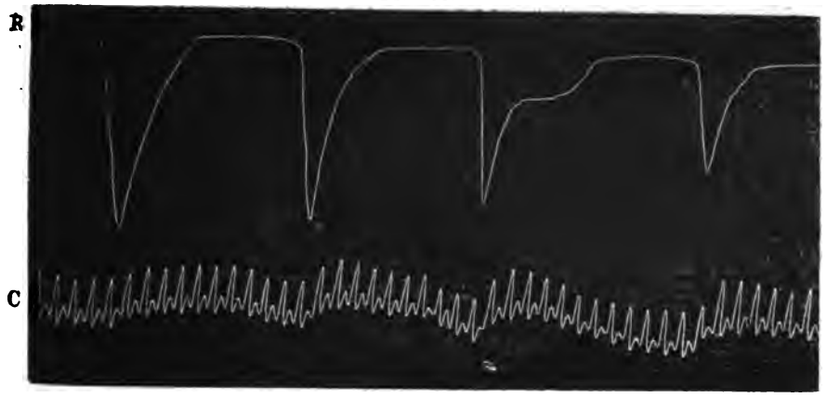
Tracciato del respiro scritto contemporaneamente alla pressione del sangue nella carotide.

Noi vediamo infatti come dicono Einbrodt e Ludwig « che la pressione subisce « durante l'inspirazione un aumento, per cui ciascuna sistole del cuore raggiunge una « tensione maggiore della pulsazione precedente ».

(') Einbrodt, *Uber den Einfluss der Athembewegungen auf Hezschlag und Blutdruck.* Moleschott's Untersuchungen VII. Bd. 1860 p. 314.

In questo tracciato una delle cose che più s'impone e che scrissi per circa un quarto d'ora di seguito, è il rallentamento grande nella frequenza dei battiti cardiaci durante l'espirazione. Ludwig ed Einbrodt avevano infatti stabilito che il numero dei battiti cardiaci era aumentato durante l'inspirazione e diminuiva nella espirazione. Fra i vari mezzi di analisi di cui mi servii per studiare i rapporti della pressione sanguigna colla respirazione, uno dei primi che misi in opera fu di aumentare, o diminuire artificialmente la pressione del sangue, mentre l'animale era sottoposto all'osservazione grafica.

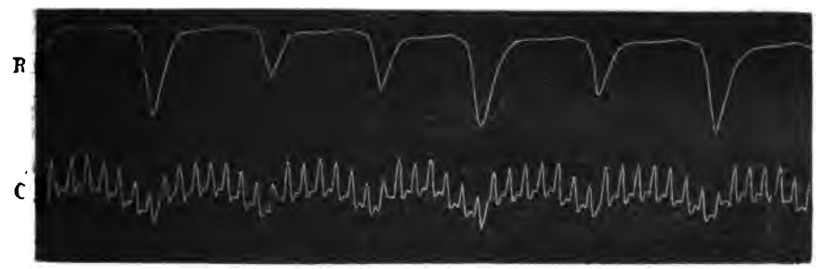
Fig. 66.



Tracciato del respiro e della pressione presi dal medesimo cane, dopo una buona emorragia.

Estraggo dal medesimo cane con una emorragia dalla carotide opposta, una buona quantità di sangue; il polso essendo divenuto più piccolo, diminuisco alquanto la resistenza della membrana elastica del timpano, slacciando il filo di gomma elastica, che stringe con più giri la membrana ed il timpano. Dopo l'emorragia il rapporto fra la curva della pressione e quella del respiro è l'opposto di ciò che era prima: nella inspirazione scende la pressione; nella espirazione si eleva e poi si abbassa. È vero però che il tipo della respirazione è alquanto diverso. Il rallentamento dei battiti cardiaci nell'espirazione è cessato.

Fig. 67.



Modificazione del respiro e della pressione nel medesimo cane per una seconda emorragia.

Faccio una seconda emorragia; la respirazione è più superficiale ed alquanto più frequente; persistono i medesimi fenomeni; l'influenza del respiro è più evidente; l'abbassamento della pressione nell'inspirazione è più forte.

Estraggo ancora un'ultima quantità di sangue aprendo nuovamente la carotide. Il cuore batte così forte che le pulsazioni si trasmettono a tutta la parete addominale ed al torace. Nel tracciato scritto dal pneumografo compaiono queste pulsazioni che prima non erano visibili.

Fig. 68.

Terza ed ultima emorragia.

La curva della respirazione è divenuta più piccola e simile alla normale, ma persiste la medesima inversione; nella inspirazione si abbassa: nell'espirazione si eleva. L'animale muore dopo un minuto facendo delle forti espirazioni rumorose, ed energiche dovute alla contrazione delle pareti addominali.

Fig. 69.

Diminuzione della pressione sanguigna durante i movimenti inspiratori, dopo una profonda emorragia.

In altri cani nel dissanguamento la diminuzione della pressione durante l'inspirazione fu così forte da arrestare l'uscita del sangue dall'arteria carotide. In questi animali scrivendo la respirazione ed il polso carotideo ottenni un tracciato come il presente, fig. 69. Per non rendere la figura troppo grande tralascio la curva del respiro, che fa delle fortissime escursioni corrispondenti alla profondità esagerata dei movimenti respiratorî. La lettera I indica il tratto della curva che corrisponde alla inspirazione e la freccia superiore il momento in cui essa incomincia. Nell' espirazione successiva la curva si eleva.

Dopo il taglio dei vaghi le profonde inspirazioni possono ridurre a zero la pressione del sangue; ed impedire il polso di manifestarsi nella carotide quantunque il cuore

continui a pulsare, come potei assicurarmene nelle due inspirazioni rappresentate dalla fig. 70.

Noi ci troviamo qui dinnanzi ad una causa affatto meccanica che entra come fattore costante nei mutamenti della respirazione e che abbiamo reso colle successive emorragie sempre più evidente.

Fig. 70.

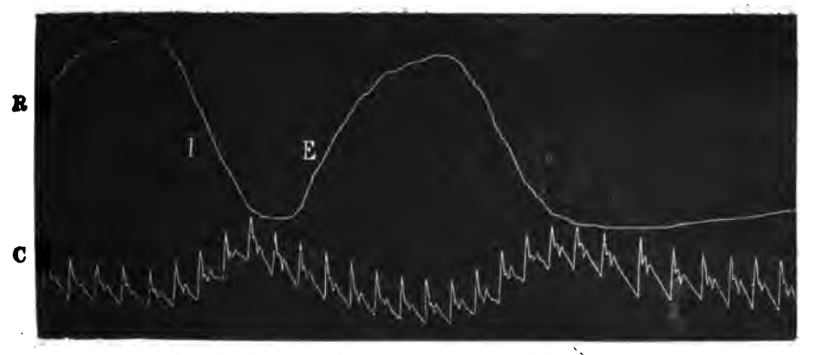
Cane con i nervi vaghi tagliati; diminuzione della pressione sanguigna durante 2 profonde inspirazioni.

Le sottrazioni sanguigne costituiscono un mezzo efficace per mutare a nostro piacimento il ritmo e la forma della respirazione negli animali. La profondità maggiore dei movimenti respiratorî nei due ultimi tracciati, è un fatto che ha pure la sua importanza nel rendere più evidente l'effetto meccanico della respirazione. Quando si dilata la cassa toracica la pressione negativa distende i vasi polmonali. Se il cuore funziona attivamente è così rapido il passaggio del sangue che viene subito ricolmato questo vuoto, ma se la circolazione è debole la medesima pressione negativa è capace di produrre un arresto del sangue nei grandi tronchi arteriosi, quantunque il cuore continui a pulsare. Ecco dunque un fatto meccanico che dobbiamo tenere in calcolo, anche quando per altre cause non si rende evidente.

§ 2.

Il polso nella carotide dell'uomo presenta modificazioni analoghe a quanto Ludwig e Einbrodt avevano già osservato nella carotide del cane per mezzo del manometro. Ecco infatti un tracciato della mia carotide sinistra, fig. 71, accompagnato

Fig. 71.



Respirazione toracica e polso della carotide nell'uomo.

dalla respirazione scritta dal torace col pneumografo di Marey: noi osserviamo qui una rassomiglianza completa col tracciato normale del cane che ho dato nella fig. 65.

La pressione subisce durante l'inspirazione un aumento, cosicchè ciascun battito del cuore raggiunge una tensione maggiore della precedente. Nella espirazione si abbassa la pressione, mentre il numero delle pulsazioni diventa più piccolo come osservasi sopra di me nella espirazione prolungata successiva.

Simili tracciati non sono nuovi per la fisiologia, perchè Klemensiewicz ne pubblicò degli uguali nel 1877 (1). Però quanto Klemensiewicz considerò come proprio della respirazione forzata si osserva sopra di me in questo tracciato anche nella respirazione tranquilla. Questo aumento della pressione carotidea, che distende le sue pareti ed eleva l'ascissa del tracciato, sarebbe certo maggiore, se il timpano poggiasse sulla carotide sola. La diminuzione di volume che subiscono le vene del collo durante l'inspirazione agisce in antagonismo, e scema la elevazione della curva.

Infatti se noi applichiamo il timpano sulla linea mediana del collo sopra la trachea e poco sopra la forchetta dello sterno, oppure se spostiamo il timpano sulle vene che scorrono vicino alla carotide, noi osserviamo subito una inversione del tracciato, e nella inspirazione non esiste che un abbassamento come lo mostra la fig. 72, che è precisamente l'inversa della linea C, fig. 71.

Fig. 72.

Tracciato scritto con un timpano applicato nella linea mediana del collo poco sopra lo sterno.

Questa elevazione della carotide è dunque la differenza fra la depressione prodotta nelle vene vicine, e l'ingrossamento della carotide per l'aumentata pressione. La stessa cosa succede pure per l'antibraccio. Nella inspirazione il sangue venoso scorrendo con maggiore facilità verso la cassa toracica si produce uno sgorgo non solamente nella giugulare e nelle vene più vicine, ma anche nel braccio. Il più facile passaggio del sangue nelle vene viene seguìto da una diminuzione del volume di quest'organo, che ho potuto spesso osservare. Ma l'aumento della pressione nella carotide è sincrono con un aumento eguale nella bracchiale; e ancora qui come nel collo vi sarà un antagonismo fra lo sgorgo venoso e l'afflusso arterioso. Scrivendo il volume dell'antibraccio noi otteniamo la curva di questa differenza. Ora siccome l'afflusso maggiore del sangue venoso alla cavità del torace è un fattore dell'aumentata pressione nelle arterie, il sangue arterioso giungerà bensì in maggior copia, ma con un certo ritardo, e l'aspirazione avrà prima il suo effetto. Questo è quanto può prevedersi, e quanto viene confermato dalla seguente osservazione fatta sopra me stesso per mezzo dell'idrosfigmografo applicato all'antibraccio destro. La linea superiore R, fig. 73, rappresenta i movimenti respiratorî del torace scritti col pneumografo di Marey durante la quiete profonda. Le due linee R A sono esattamente sovrapposte.

(1) *Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf die Form der Pulscurven beim Menschen.* Wiener Akademie. 1877 Bd. LXXIV. pag. 487.

Nel principio della inspirazione continua l'abbassamento prodottosi sul fine nella precedente espirazione e durante l'inspirazione la curva si eleva. Il ritardo è evidente nel confronto della respirazione col polso della carotide. Anche questo tracciato venne ottenuto colla respirazione naturale e senza alcun sforzo, mentre ero coricato orizzontale sopra una tavola, col braccio nel cilindro tenuto in posizione comoda lungo il corpo e nel medesimo piano dell'addome.

Fig. 73.

Rapporto della respirazione tranquilla R, *col polso dell'antibraccio nell' uomo.*

Per coloro che desiderassero ripetere queste osservazioni raccomando alcuni riguardi che spero non saranno del tutto inutili, perchè i tentativi fatti fino ad ora da vari fisiologi col mio pletismografo e collo idrosfigmografo non diedero nelle loro mani risultati ch'io ottengo senza difficoltà.

Il manicotto elastico intorno al braccio deve essere abbastanza largo per non incepparе la circolazione venosa. Io ne scelgo sempre uno in cui il braccio penetri senza alcun sforzo e così largo che a primo vedere si direbbe che non tiene l'acqua. Ungo quindi il braccio sotto il gomito con grasso: poi applico il cilindro col suo manicotto, e lo stringo intorno con alcuni giri di un tubo di gomma, aspetto generalmente 4 o 5 minuti, che vengono impiegati nel mettere un supporto sotto il braccio e nel disporre il cilindro orizzontale e preparare i timpani ed il cilindro affumicato. In questo frattempo il grasso fa presa sul manicotto e questo aderisce più tenacemente alla pelle. Dopo riempio il cilindro con acqua tiepida avendo cura di non imprimere alcun movimento. Riempito il cilindro slaccio il tubo elastico, le vene si sgorgano, penetra acqua dalla boccia di compensazione e tutto rimane pronto per l'esperienza. La pressione in questo caso è così leggiera che non si sente il manicotto e non si vede nelle due antibraccia, anche paragonando attentamente un ingorgo delle vene nell'estremità che sta nell' idrosfigmografo.

§ 3.

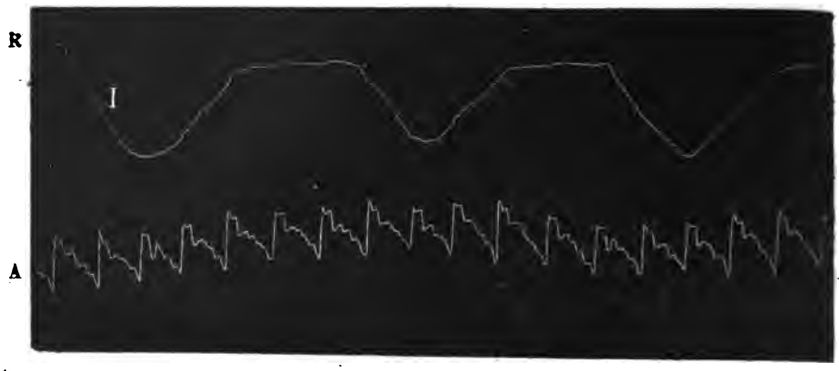
L'ora in cui si devono fare queste esperienze per ottenere più acilmente dei buoni risultati è il pomeriggio dopo la colazione od il pranzo. Nel mattino a digiuno non mi riuscirono quasi mai per quanta cura ci mettessi. Non saprei ora a cosa attribuire questa differenza. Pare che i fenomeni della circolazione diventino tanto più complicati quanto più si progredisce nella via dell'analisi. Ottenuta coll'idrosfigmografo la certezza di mettersi in condizioni identiche di esperienza osserviamo

nei vasi delle variazioni di cui non avevasi prima alcun sospetto: ritengo come probabile che l'essere pieno o vuoto lo stomaco, che l'essere più o meno attiva la circolazione nei visceri addominali, tutto ciò debba avere una influenza sui cambiamenti pletismografici di cui ci occupiamo: ma non posseggo dati sufficienti per pronunciarmi in proposito.

Ecco due esperienze comparative a digiuno e dopo colazione.

Alle 8, dopo aver preso una tazza di caffè verso le 7 ant., mi metto coricato orizzontale e supino sopra una tavola: e colle dovute precauzioni ottengo il tracciato del polso bracchiale, fig. 74. Assicurato dall'aiuto che non vi è alcuna influenza del respiro sul polso, per scuoprirne le più piccole traccie gli dico di chiudere il tubo di comunicazione colla boccia di compensazione e scrivo la fig. 74.

FIG. 74.



Respirazione e polso dell'antibraccio nella medesima persona a digiuno.

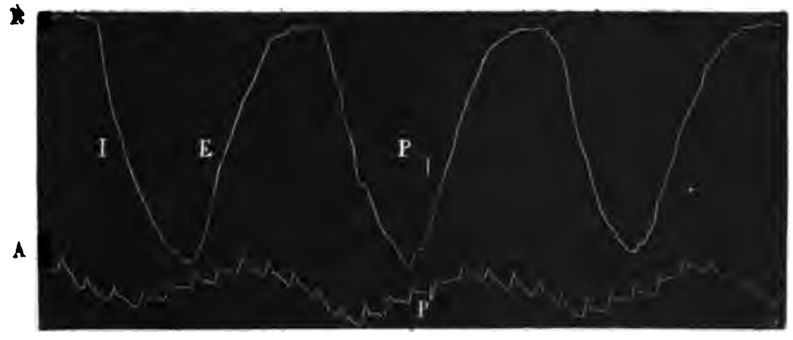
Osservando attentamente per sbieco un lungo tratto si vede che non manca nel tracciato del polso una corrispondenza col respiro, ma essa è così debole che ad un'occhiata superficiale passa del tutto inosservata.

Siccome si tratta di un risultato negativo, non credo necessario di riferire un tracciato più lungo di quello della fig. 74. In questo tracciato ciò che più si impone sono le grandi ondulazioni, dovute alla irrequietezza dei vasi, che costituiscono una caratteristica dei tracciati sfigmici a digiuno. A mezzodì dopo aver fatto una colazione moderata, consistente in un beefsteak, un po' di frutta, con un bicchiere di vino generoso, ed una buona tazza di caffè, mi metto nella stessa posizione collo stesso manicotto ed ottengo il tracciato della fig. 73, dove le oscillazioni respiratorie sono tanto evidenti malgrado che siano meno profondi ed ampî i movimenti respiratorî.

Non insisterò sulla forma del polso che è tanto variata, solo mi piace di accennare che le pulsazioni dell'antibraccio, le quali a primo aspetto sembrano affatto irregolari, si ripetono nelle loro variazioni con un certo ritmo, per cui le accidentalità che troviamo in esse, non sono il prodotto del caso, o di scosse trasmesse dal corpo e dal braccio, ma queste sinuosità sono oscillazioni che hanno luogo nel cilindro, che ritengo proprie del movimento del sangue nei vasi, combinato colle scosse che imprime ogni pulsazione all'acqua contenuta nell' idrosfigmografo.

Per dimostrare quanto un lauto pasto possa agire favorevolmente per ottenere dei buoni tracciati delle oscillazioni respiratorie, recherò un'osservazione fatta sul mio buon amico il rev. D. A. dopo un pranzo parrocchiale. Fatta astrazione dai movimenti respiratorî, i quali sono qui, fig. 75, molto più forti che non nel mio esem-

Fig. 75.



Rapporto della respirazione col polso dell'antibraccio dopo un lauto pranzo.

pio, il decorso dei tracciati è identico. Noi vediamo infatti che la diminuzione del volume nell'antibraccio incomincia sul finire dell'espirazione, e si continua nell'inspirazione successiva. Però prima che l'atto inspiratorio sia compiuto, appare già un aumento molto pronunciato del volume, che si protende nel principio dell'espirazione.

Tale è il rapporto dei movimenti respiratorî colla curva pletismografica dell'antibraccio che trovai più frequente nelle mie osservazioni.

Sarei inclinato a considerarlo come il tipo normale, se non avessi incontrato due persone che nella quiete profonda e in condizioni identiche, presentarono altri rapporti fra i cambiamenti di volume dell'antibraccio in confronto col ritmo del respiro. Riferisco uno di questi tracciati, fig. 76, che ho preso sopra il sig. colonnello Garrone, uomo di statura atletica, che gentilmente volle prestarsi alle mie indagini.

Fig. 76.

Rapporto della respirazione col polso dell'antibraccio nella respirazione tranquilla.

Qui nell'inspirazione vi è un abbassamento del volume che si protende nel principio dell'espirazione successiva e l'aumento dura per tutta l'espirazione. È questo un tipo differente e direi quasi opposto a quello delle figure precedenti. Il tracciato del sig. colonnello Garrone, quantunque egli non presentasse la più piccola

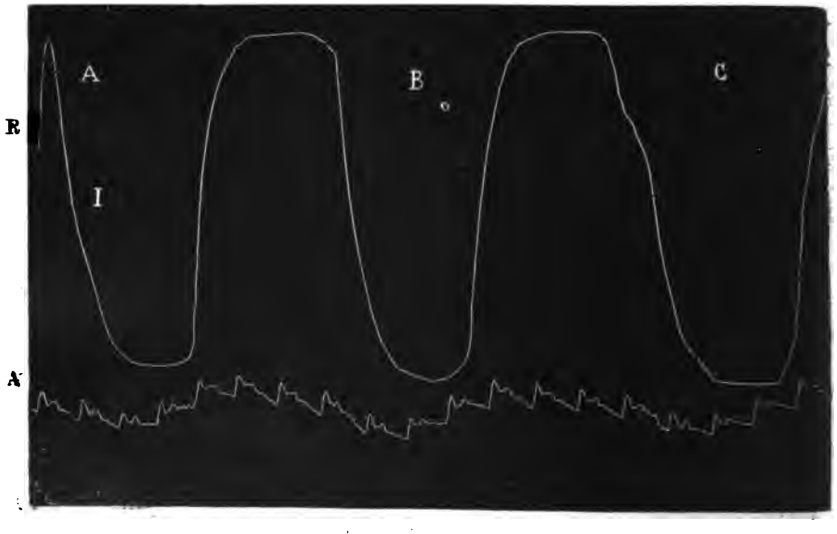
anormalità nella funzione del respiro, corrisponde alla modificazione del polso radiale trovato da Marey in quei casi in cui l'aria penetrava difficilmente nelle vie respiratorie (1)

Io sperava seguendo le traccie di Marey di giungere a qualche risultato tenuto calcolo del tipo differente con cui può eseguirsi la respirazione dando la prevalenza nella dilatazione del torace, ora alla elevazione delle coste ed ora all'abbassamento del diaframma; feci quindi una serie di esperienze in cui eseguivo delle forti inspirazioni diaframmatiche, tenendo per quanto era possibile immobili le coste; o viceversa mentre scrivevasi il polso e i cambiamenti di volume dell'antibraccio, eseguivo delle forti inspirazioni col diaframma cercando di non muovere le coste. In queste indagini grafiche che feci per la maggior parte sopra me stesso, nello scorso autunno, non potei giungere ad un risultato soddisfacente. Anzichè moltiplicare la casuistica con nuovi tracciati, preferisco di riprendere tali esperienze e di continuarle fino a che mi riesca di recare qualche maggior lume nelle interpretazioni dei tracciati sopra riferiti.

I tracciati presi fino ad ora in esame vennero scritti mentre il respiro procedeva regolare e calmo, forse in alcuni casi alquanto più forte, perchè non è possibile di conservare immutato il ritmo e la profondità dei moti respiratorî quando si sa di essere osservati e si vede che ogni movimento è registrato.

Vediamo ora che cosa succede quando i movimenti respiratorî si eseguiscono con forza e viene protratta più del solito l' inspirazione e l'espirazione, fig. 77.

Fig. 77.



Rapporto della respirazione col polso nei movimenti esagerati del respiro.

Nel sig. dott. Calozzo noi riscontriamo un altro tipo come quello del colonnello Garrone: cioè nell' inspirazione succede una diminuzione del volume dell'antibraccio

(1) *Physiologie médicale de la circulation.* Paris 1863 pag. 291.

e si produce un aumento prima che incominci l'espirazione. Se si prolunga l'espirazione producesi egualmente durante la dilatazione esagerata del torace prima un abbassamento e poi una leggera elevazione.

I cambiamenti di volume delle estremità in queste circostanze sono tanto grandi che per studiarli è meglio servirsi di un apparecchio che come il pletismografo ne misuri il loro valore reale. Quando non si abbia l'apparecchio basta per formarsi un concetto del fenomeno che ora ci accingiamo a trattare, di chiudere il tubo di comunicazione dell'idrosfigmografo colla boccia di compensazione.

CAPITOLO XII.

Influenza del nitrito di amilo sulla circolazione del sangue nel cervello.

§ 1.

Il nitrito di amilo è fra tutte le sostanze che conosciamo fino ad ora, quella che modifica più profondamente lo stato dei vasi sanguigni, l'energia e la frequenza delle contrazioni cardiache, senza abolire la coscienza e ledere notevolmente le funzioni del cervello. La facilità grande di amministrare questo medicamento, il suo odore piacevole, e l'azione sua fugace lo rendevano assai comodo per le nostre indagini, trattandosi di una persona come Bertino che era così diffidente da rifiutare qualunque rimedio se prima non ne vedeva fatta esperienza sopra me stesso. Tutti coloro che hanno fatto delle inalazioni col nitrito di amilo sanno che, pochi secondi dopo aver fiutato i vapori di questo liquido, sale come una vampa al volto: le guancie, la fronte, gli occhi e tutto il capo diventano più rossi per la dilazione dei vasi. La secrezione delle lagrime è più abbondante; e sentesi un leggero gravame del capo ed un'ansia prodotta dalle pulsazioni più rapide e più forti del cuore e forse dall'abbassamento della pressione sanguigna. Il metodo di cui mi sono servito per scrivere e misurare i cambiamenti di volume del cervello senza deformare troppo la forma delle pulsazioni venne già esposto nel capitolo II. Esso consiste in due valvole di Müller messe sul decorso del tubo che va dalla breccia del cranio al timpano registratore. Con questo mezzo semplicissimo si ha il vantaggio di conservare la pressione costante e quasi nulla, e di scrivere l'uscita, o l'entrata di ogni bolla d'aria dell'apparecchio.

L'esperienza che riferisco come tipo, tav. VII. linea 39, 40, 41, 42 venne fatta un' ora dopo che Bertino aveva mangiato per colazione, una minestra, un po' di carne e un panino. Il polso del cervello era piccolo, ma regolare ed uniforme. In α, tracciato 39, metto sotto le narici di Bertino una pezzuola su cui avevo prima versato alcune goccie di nitrito di amilo. Bertino era stato avvertito di non cambiare per nulla il ritmo del respiro. Era forse la decima volta che ripeteva queste inalazioni ed egli si conservava perfettamente tranquillo. Il tracciato sfigmico si svolge inalterato per circa 12 pulsazioni; poi queste diventano gradatamente più forti, e il cervello aumenta di volume. L'elevazione S scompare; la dicrotica invece si rinforza. Dalla valvola X di Müller (vedi fig. 3 pag. 244) esce di quando in quando una bolla

di aria, che deforma leggermente la pulsazione scritta in tale istante. In ω linea 39, quando il volto è intensamente rosso si sospende l'inalazione. L'influenza del nitrito di amilo persiste: esce ancora qualche bolla di aria dalla valvola D; quindi nel minuto successivo in M, linea 40, il cervello incomincia a diminuire di volume. Il polso cerebrale è sempre fortissimo: si notano a periodi irregolari delle profonde ondulazioni che non corrispondono ai movimenti respiratorî. Dopo un minuto, nella linea 41, non è ancora cessata l'influenza del nitrito di amilo. La linea sfigmica presenta delle ondulazioni meno alte e più lunghe. Le pulsazioni divengono più piccole, ed acquistano poco per volta la forma primitiva. Continuo a scrivere; e nella linea 42 si vede che dopo 3 minuti è cessata completamente l'azione del nitrito di amilo. Il polso del cervello è divenuto normale; in r compare un'ultima e leggera ondulazione. Scrivo ancora il polso cerebrale per cinque minuti e non trovo cosa rimarchevole nei tracciati che per brevità tralascio.

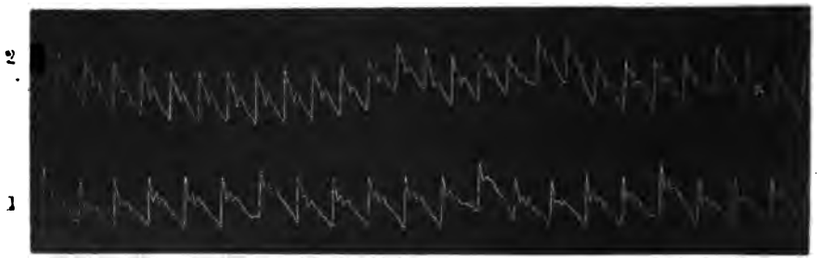
Calcolando il volume delle bolle d'aria spostate sotto la medesima pressione, per mezzo di una buretta messa dopo in unione coll'apparecchio, trovai che in questa esperienza vi fu un aumento di volume del cervello di circa 3 cent. cubici.

§ 2.

Cerchiamo ora la causa di questi mutamenti nel polso del cervello.

Il tipo normale del polso, come abbiamo già detto, è di forma tricuspidale. Nello stesso Bertino il tracciato della carotide scritto con un timpano di Marey applicato sul collo per mezzo di una cravatta dà la seguente, figura 78, linea 1.

Fig. 78.



Bertino. *Polso della carotide scritto con un timpano Marey applicato sul collo.*
1 *Polso normale*; 2 *polso della carotide sotto l'influenza del nitrito di amilo.*

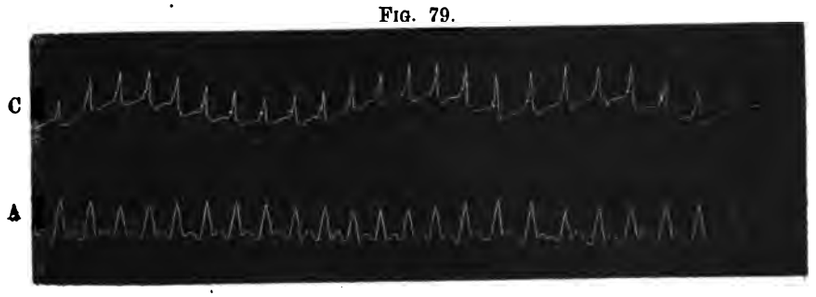
Le pulsazioni più elevate corrispondono al principio dell'inspirazione, che era del resto molto superficiale.

Qui si vede molto chiaramente che ogni singola pulsazione consta di tre elevazioni di cui le due ultime succedono quasi alla stessa altezza. Durante e dopo l'inalazione del nitrito amilico, linea 2, la prima elevazione si porta più in alto e tende a scomparire, mentre la seconda scende più in basso e diventa più pronunciata. Sebbene non conosciamo il significato di queste tre elevazioni, constatiamo questo fatto e procediamo innanzi cercando di stabilire quali siano le modificazioni che succedono in altri organi ad esempio nel braccio. Bertino pel suo mestiere di contadino aveva delle mani così

callose e la pelle dell'antibraccio così dura che male si prestava per ricerche delicate sulla forma del polso (¹).

Per farsi un concetto chiaro delle modificazioni che il nitrito di amilo inalato produce sull'impulso del cuore e sulle pulsazioni dell'antibraccio, scelgo un esempio da una serie di esperienze che ho fatto sopra lo studente sig. Rattone. Per brevità non riproduco il tracciato del polso normale e delle modificazioni che subì durante l'inalazione. La figura 79 incomincia nel momento in cui si arresta questa ina-

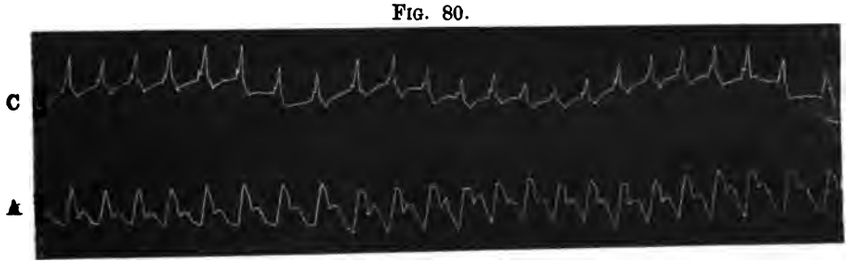
Fig. 79.



Rattone. *Tracciato dell'impulso cardiaco e del polso bracchiale sotto l'influenza del nitrito di amilo.*

lazione dopo che essa aveva durato 30 secondi. Dopo vennero tralasciati circa 10 secondi del tracciato e poi incomincia la fig. 80: in cui le pulsazioni si avvicinano sempre più al tipo normale; finchè sul finire della medesima si confon-

Fig. 80.



Continuazione del tracciato precedente scritto dopo un intervallo di 10 *secondi.*

dono per il loro aspetto con quelle scritte prima dell'inalazione. Noi vediamo cioè che il polso normale è tricroto, e che presso l'ascissa si aggiunge talora una quarta elevazione più piccola. L'impulso del cuore scritto col cardiografo di Marey ci appare più debole nello stato normale che non sotto l'influenza del nitrito di amilo. Quanto alle modificazioni che questo medicamento produce nello stato dei vasi e quindi nella

(¹) Devo ricordare con mio dispiacere alcune gravi difficoltà che per poco non mi impedirono di eseguire la maggior parte delle esperienze contenute in questo lavoro. Il primo giorno ottenni che l'ammalato venisse nel mio laboratorio e feci una serie di osservazioni che fu certo la più importante. Nei giorni successivi non essendomi più permesso di condurre Bertino fuori dell'ospedale, benchè stesse bene di salute e passeggiasse tutto il giorno nel giardino fui obbligato di lavorare in una camera dove si dovevano ad ogni seduta fare e disfare gli apparecchi.

La difficoltà di istallarmi con tutti i comodi richiesti in esperienze così delicate m'impedì di eseguire alcune indagini interessanti che avevo in animo di fare. È da deplorare che nell'ospedale primario di Torino fossero in allora così poco favorite le indagini scientifiche.

forma del polso, noi vediamo che l'elevazione S si porta in alto e quasi scompare nel momento della maggiore paralisi dei vasi, mentre l'elevazione dicrotica scende in basso e raggiunge il punto più declive della curva. La frequenza delle sistoli cardiache è così grande che questa elevazione non ha più il tempo di manifestarsi completa e l'ultima manca del tutto. Valga questo esempio per dimostrare la difficoltà grande che si incontra nell'apprezzare giustamente la forma di una pulsazione, quando non si abbia sott' occhio tutta la serie delle trasformazioni subìte in un certo spazio di tempo.

Un fattore da non trascurarsi nello studio di queste modificazioni è l'energia maggiore dei battiti cardiaci. Con ciò non intendo di asserire che fosse più efficace la sistole e maggiore la quantità di sangue che viene spinta nel giro della circolazione. Pensando che i vasi sono dilatati nella testa e nelle braccia dobbiamo anzi ritenere (come del resto lo dimostrarono le esperienze fatte sugli animali) che la pressione sia diminuita, ciò nulla meno è più grande l'impeto del cuore contro le pareti del torace. È a supporsi che la sistole del cuore sia più viva e che invece la diastole ed il rilasciamento delle pareti cardiache sia maggiore. Queste evidentemente non sono che delle ipotesi; benchè il fatto, che ho constatato più volte, di vedere insorgere un impulso più energico del cuore dopo una forte emorragia, e quando l'animale è [illegible] nizzante e debole la pressione, mi faccia credere che l'impulso del cuore non sia [illegible] criterio sicuro per giudicare l'effetto utile delle sue sistoli. Ma su questo argomento ritorneremo più tardi.

L'impulso più forte del cuore non è un fatto costante; e le modificazioni nella forma del medesimo sono quasi impercettibili di fronte alla trasformazione che subisce il profilo di ogni pulsazione tanto nel braccio, quanto nel cervello per influenza del nitrito amilico.

Ho già trattato questo argomento nella mia precedente Memoria, *Sulle variazioni locali del polso*, in un capitolo sull'influenza del nitrito amilico e dell'apnea sulla forma del polso. Soggiungerò solo che nel tracciato del cuore le modificazioni sono sempre meno vistose, e che in tali casi se lasciamo da parte la frequenza maggiore delle sistoli si può dire che non si scorge alcuna differenza nell'impulso sotto l'influenza del nitrito amilico; mentre invece la forma delle pulsazioni nell'antibraccio in circostanze identiche è completamente diversa dallo stato normale.

Se le modificazioni nei tracciati dell'antibraccio e del cuore scritti contemporaneamente non si corrispondono per riguardo alla loro entità, alla forma, ed al tempo in cui succedono, ciascuno comprenderà di leggieri quanto sia incerta, per non dire falsa, la dottrina, ora generalmente accettata, di considerare le note caratteristiche del polso come dipendenti dai fenomeni che succedono nel cuore.

Assai più consentaneo ai fatti parmi sia il concetto che cercherò di svolgere in un prossimo capitolo in cui dimostrerò che il polso considerato nel cervello, nel braccio ed in altre parti del corpo non ci dà un'imagine della rivoluzione cardiaca, ma che esso è invece uno specchio fedele delle variazioni che si svolgono nell'albero dei vasi.

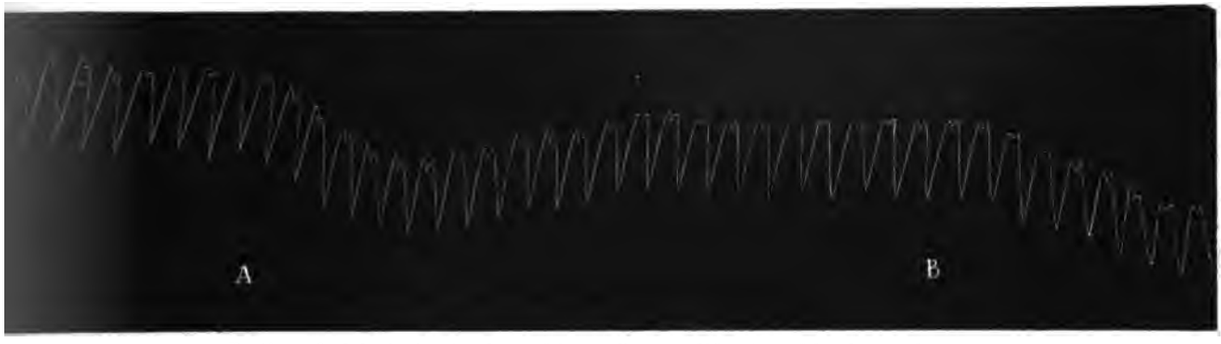
Il cuore dà il ritmo delle pulsazioni: la loro forma dipende specialmente dallo stato dei vasi.

§ 3.

Un'ultima osservazione che desidero fare prima di lasciare questo capitolo si riferisce alle ondulazioni che si osservano nel volume del cervello sotto l'influenza del nitrito amilico.

La paralisi dei vasi sanguigni che si produce pei vapori di questa sostanza può divenire assai più grande di quanto non sia nel tracciato 39, 40, 41, 42 della tavola VII. Invece di sospendere l'inalazione dopo circa mezzo minuto come feci nella precedente esperienza, prolungai a tale scopo l'inalazione per oltre un minuto, fino a che Bertino allontanò spontaneamente la boccetta dal naso perchè non poteva più resistere. — Il tracciato della fig. 81 venne scritto in tale momento.

Fig. 81.



Bertino. *Ondulazioni nel volume del cervello e modificazione del polso cerebrale osservate nelle forti inalazioni col nitrito di amilo.*

Per eliminare il dubbio che l'acqua contenuta nelle valvole di Müller potesse colle sue oscillazioni modificare il tracciato del polso, mi servii in questa esperienza, come nel maggior numero dei casi, di un semplice tubo di gomma elastica, che riuniva la placca di guttaperca posta sulla breccia del cranio col timpano registratore. Una valvola a *clarinette* messa sul decorso del tubo serviva a moderare la pressione nel timpano a leva, durante i forti cambiamenti di volume del cervello. — Il polso che nello stato normale era piccolo e tricuspidale per l'influenza del nitrito amilico diviene fortissimo e bigemino. La prima elevazione è impercettibile. L'elevazione S e la dicrotica divenute eguali in altezza danno all'apice della pulsazione cerebrale un aspetto biforcato. — Di quando in quando, senza che vi influisca il respiro, compaiono delle grandi ondulazioni spontanee come quelle A B rappresentate nella fig. 81. Ho visto una di queste ondulazioni molto forte durare 32 secondi.

Nello studio delle modificazioni che può subire il polso è assai interessante di sapere se colla inalazione del nitrito di amilo noi abbiamo ottenuto nelle esperienze precedenti una paralisi completa dei vasi nel cervello e nell'antibraccio. Non ho conoscenza sufficiente di questo argomento per pronunciarmi con qualche sicurezza. Tra la contrazione, il tono normale e la paralisi delle arterie, dei capillari e delle vene vi sono degli stati intermedî e delle combinazioni che sono ancora sconosciute. Nel caso di Bertino per vedere se le ondulazioni indicate con A B nel tracciato erano

passive od attive, avrei dovuto scrivere in simili esperienze insieme al polso del cervello anche il polso dell'antibraccio, o meglio, di un' altra parte del corpo, come ad esempio il piede su cui il nitrito di amilo non esercita tanta influenza paralizzante.

Sono dolente di non aver avuto il tempo di fare queste esperienze, per cui rimango in dubbio, se nelle condizioni sopra esposte i vasi del cervello possono considerarsi completamente paralizzati per l'influenza del nitrito di amilo.

CAPITOLO XIII.

Anemia ed iperemia cerebrale.

§ 1.

I mutamenti che subiscono le funzioni del cervello, quando diminuisce, o cresce l'afflusso del sangue in quest'organo, formano uno degli studî i più interessanti di cui possa occuparsi sperimentalmente il psicologo: perchè in nessun altro modo può rendersi meglio evidente il legame strettíssimo che vincola i fenomeni psicologici colle funzioni materiali dell'organismo. Basta scemare per poco la quantità di sangue che penetra nel cervello, perchè cessi immediatamente la coscienza. Se mi si domandasse quale di tutte le funzioni degli organi sia più legata ad ogni minimo cambiamento che succede nel ricambio materiale, non dubiterei di affermare, che la coscienza è questa.

L'equilibrio delle molecole negli organi, dove ha sede l'intelligenza, viene turbato profondamente da cause, le quali non turbano in modo apprezzabile le funzioni di altre parti del corpo; perchè nel cervello è più attivo il ricambio dei tessuti e più instabile lo stato delle sostanze che lo compongono. La maggiore elevatezza dei fenomeni psichici sta nella maggiore complicazione dei fatti che vi danno origine.

Gli emisferi cerebrali sono talmente vulnerabili da ogni causa che rallenti, anche solo per un istante, la loro nutrizione, che per poco venga scemata la razione di sangue che affluisce al cervello cessa immediatamente la coscienza.

Ecco un'osservazione fatta sopra Bertino dalla quale risulta la prodigiosa attività del ricambio materiale nel cervello.

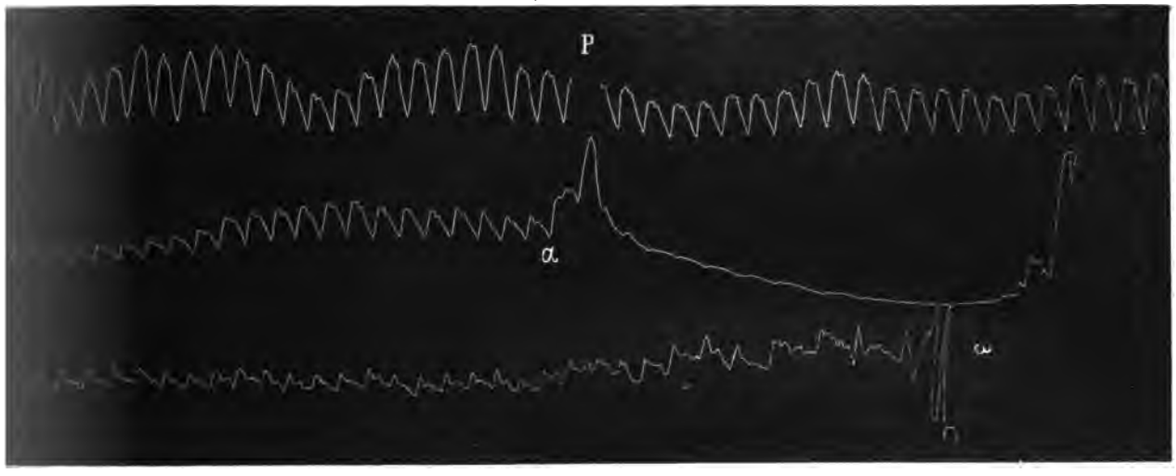
Il giorno 29 settembre ad 1 ora pom. prendo accordo col dott. De Paoli per fare alcune osservazioni sull'anemia cerebrale. Fissiamo bene il disco di guttaperca sul capo di Bertino per scrivere i movimenti del cervello linea C', e gli applichiamo l'idrosfigmografo sul braccio destro per registrare contemporaneamente il polso di questa parte del corpo, linea A. Io spiegai a Bertino di che cosa si trattava e lo pregai di far bene attenzione a tutto ciò che egli avrebbe provato durante l'esperienza per sapercelo ripetere dopo. Sedutomi dinnanzi a lui applicai i due pollici sopra entrambe le carotidi, e quindi mentre guardavo la penna del timpano registratore compressi gradatamente le carotidi fino a che vidi scomparire il polso del cervello, e subito cessai. Bertino non disse nulla. Pregai quindi il dott. De Paoli che stava in piedi dietro le spalle dell'ammalato di prepararsi alla compressione delle carotidi.

Quando il dott. De Paoli mi fece cenno che egli sentiva pulsare sotto le dita

le due carotidi, feci il segno α sul cilindro, fig. 82: appena le penne vi furono sopra gli ordinai con un movimento della mano di comprimere. Le due prime pulsazioni diventano più alte, ma la terza è già minore ed il cervello diminuisce rapidamente di volume.

Dopo l'ottava sistole cardiaca il polso si rallenta notevolmente e nel cervello è così piccolo che appena si vede. Alla 12.ª pulsazione cioè dopo circa 8 secondi di anemia cerebrale Bertino è colpito da un accesso di convulsioni. Guardandolo lo trovo pallido nel volto, cogli occhi rivolti in su. Il dott. De Paoli lasciò subito libere le carotidi. Appena vidi che Bertino aprì gli occhi come meravigliato di trovarsi in quel luogo, ed in quella posizione, io cercai senza indugio di continuare la registrazione del polso: ma il cervello aveva subìto un tale aumento di volume ed il braccio si era mosso tanto che solo dopo 20 secondi dal primo insorgere delle convulsioni io potei riprendere e scrivere il polso del cervello, linea C', fig. 82; e dopo circa un minuto anche quello

Fig. 82.



Bertino. *Tracciato della circolazione sanguigna nell'antibraccio* (A) *e nel cervello* (C) *durante un accesso convulsivo prodotto dalla compressione delle carotidi fatta nel periodo segnato* α ω. C' *Tracciato del polso cerebrale scritto* 20 *secondi dopo l'anemia cerebrale.*

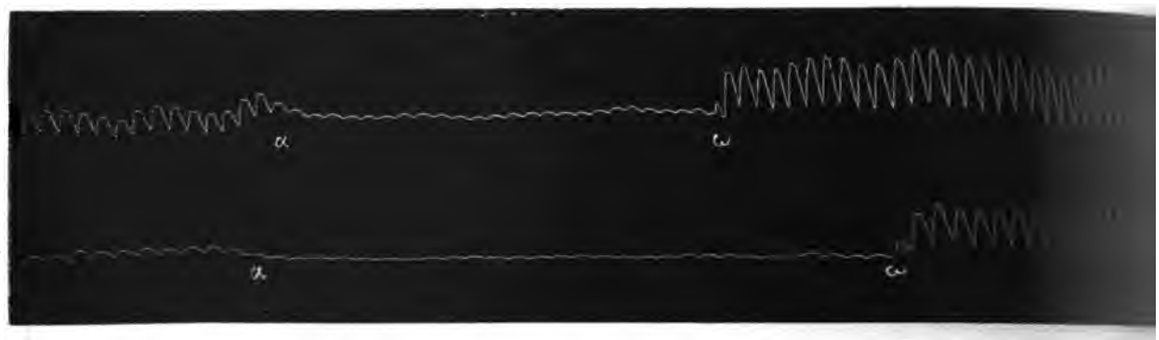
dell'antibraccio. Vedendo che non vi è nulla di notevole altro che un forte aumento del polso cerebrale sospendo l'osservazione.

In questo frattempo Bertino ci disse che egli aveva veduto venir tutto buio, ma che non aveva provato nulla di spiacevole. Sputò in terra, accusò un leggero senso di nausea, e poco dopo ci invitò a ricominciare. Noi rimanemmo meravigliati di questa sua freddezza insolita e siccome l'avevamo veduto, mentre era privo di coscienza, sollevare convulsivamente entrambe le mani impugnate, pallido e cogli occhi stravolti, non avemmo più il coraggio di ripetere in quel giorno, nè poi, un'altra compressione delle carotidi.

Il risultato di questa esperienza mi sorprese tanto maggiormente in quanto che io aveva già compresso le due carotidi per un tempo molto più lungo su Caterina X e sul ragazzo Thron, fino a far scomparire quasi completamente le pulsazioni del cervello; senza che mai fossero insorti dei fenomeni così gravi per l'anemia cerebrale.

Ecco due esempî di compressione delle carotidi fatte col prof. Giacomini su Caterina X fig. 83; di cui la seconda durò circa 30 secondi, senza che siano apparsi dei fenomeni inquietanti e tanto meno delle convulsioni. La donna che fu sottoposta a questo esperimento era in pieno possesso della sua coscienza, anche sul finire della compressione; perchè fu essa che secondo le istruzioni ricevute, fece cenno col dito indice al prof. Giacomini di sospendere la compressione; ciò che successe in ω.

Fig. 83.



Caterina X. *Influenza che esercita la compressione delle arterie carotidi da α in ω sulla circolazione del sangue nel cervello.*

Il solo fatto che colpisce l'occhio in questo tracciato è l'aumento grande delle pulsazioni cerebrali quando cessano di essere compresse le carotidi. Ho già dimostrato in un'altra Memoria, scrivendo il polso del cervello e dell'antibraccio, che questo è un fenomeno del tutto locale. Esso non dipende da un aumento nell'energia delle sistoli cardiache, ma è un rilassamento delle pareti vasali prodotto dalla diminuzione della circolazione sanguigna nel cervello. Questa paralisi dei vasi, che appare sempre quando diminuisce la loro nutrizione, è un fatto che può dimostrarsi colla più grande facilità nel braccio, premendo colle dita l'arteria omerale e lasciando che dopo un certo tempo il sangue penetri liberamente nel medesimo.

Tengo ora sott'occhio tutta la serie delle esperienze che ho fatto colla compressione delle carotidi, sopra Caterina X, Thron e Bertino: e faccio il paragone della elevazione che succede nel polso cerebrale quando si ristabilisce la circolazione, col fenomeno analogo che osservasi nell'antibraccio quando viene compressa l'arteria omerale sopra queste tre persone e sopra quattro altri individui. La differenza è così grande che credo inutile di riferire altri tracciati dopo quelli che pubblicai per enunciare senz'altro il fatto « che i vasi del cervello sono molto più sensibili di quelli del braccio, per ogni arresto benchè fugace della circolazione sanguigna ».

Sono dolente che di rado mi sia venuto il destro di fare delle osservazioni sulla fisiologia comparata dei vasi sanguigni. È questo un campo non ancora esplorato e che promette di essere fecondo di buoni risultati.

§ 2.

La grande vulnerabilità dei vasi sanguigni e il loro dilatarsi per ogni squilibrio della nutrizione, appena diminuisce l'afflusso del sangue, costituiscono probabilmente

uno dei meccanismi con cui nella natura vengono assicurate le funzioni degli organi più importanti alla conservazione della vita. Infatti il mezzo più efficace per riparare immediatamente i danni succeduti nella nutrizione, e quindi nelle funzioni del cervello, e di qualsiasi parte del corpo, per una diminuzione od arresto della circolazione, è precisamente questo di provvedere con una dilatazione automatica ad un afflusso più copioso di sangue.

Ho dato poc' anzi una prova della rapidità grandissima con cui si eseguisce il ricambio della materia nel cervello, dimostrando che un minimo inciampo alla circolazione genera tosto dei fenomeni gravi nelle funzioni di quest' organo.

Il nesso che vincola l'attività psichica ai fenomeni della circolazione è così stretto che io non dubiterei di asserire, che fra tutti gli organi il cervello è il meno indipendente dalle funzioni per così dire materiali del corpo. Gli stessi organi di senso gli sono in questo riguardo immensamente superiori per la resistenza che essi oppongono agli agenti esterni. Noi possiamo produrre un'ischemia di tutto l'antibraccio e cacciare letteralmente il sangue con un bendaggio elastico per 20 ed anche per 25 minuti, senza che gli apparecchi sensibili del sistema nervoso siano privati delle loro funzioni di trasmettere le impressioni tattili, o calorifiche, o dolorose, mentre che nel cervello, in uno spazio di tempo 300 volte minore, una diminuzione non già un arresto completo dell'afflusso sanguigno, basta per abolire la coscienza.

Alla base del cranio si trova una disposizione dei vasi unica in tutto l'organismo. Perchè fosse assicurata la circolazione negli emisferi cerebrali i vasi si uniscono insieme per formare il poligono di Willis. I rami che partono da questo circolo arterioso per irrorare il cervello, oltre all'origine comune, sono provveduti di ricche anastomosi per cui, quando sul corso di un'arteria venisse a presentarsi un ostacolo, immediatamente tutte le altre arterie vengono in soccorso. Questa riunione delle arterie nel poligono di Willis, benchè costituisca il più semplice ed il più opportuno di tutti i meccanismi per tutelare le varie parti del cervello dai danni di una pressione accidentale delle carotidi, o delle vertebrali, non basta ad una compensazione completa. Malgrado lo studio posto dalla natura, se così è lecito esprimermi, per tutelare le funzioni del cervello, queste appunto perchè sono le più nobili dell'organismo richiedono una trasformazione così rapida della materia negli organi, dove si svolge la loro attività, che qualsiasi congegno di compensazione diventa inferiore al suo bisogno appena diminuisce la razione dell'alimento sanguigno. M. Schiff aveva già trovato che la compressione di una sola carotide produce dopo 20 secondi, e talora anche prima, una diminuzione della sensibilità nella metà opposta del corpo, e vera paralisi dopo 30 o 40 secondi.

Questa sensibilità grande del cervello per le azioni debilitanti è anche più evidente dall'esperienza da noi riferita colla fig. 82; dove il sangue che penetrava dalle due arterie vertebrali in soli 8 secondi non bastò più per conservare le condizioni materiali necessarie alla coscienza.

La congestione venosa anche quando dura pochi secondi lascia una traccia visibile nello stato dei vasi cerebrali. L' ostacolo che viene messo al rinnovamento del sangue coll'efflusso diminuisce il tono delle pareti vasali ed agisce in modo analogo all'anemia, benchè in grado molto minore. Riferisco solo due tracciati delle esperienze che ho fatto sopra Bertino. Tavola VII. linea 43 e 44.

La compressione veniva fatta con un nastro che allacciavasi strettamente intorno al collo in modo da impedire la circolazione del sangue nelle vene giugulari. Le valvole di Müller ci indicano colle loro oscillazioni il numero delle bolle d'aria che uscirono dall'apparecchio. Se paragoniamo le pulsazioni cerebrali prima e dopo la compressione delle vene giugulari, noi vediamo che dopo è maggiore la loro altezza. Scrivendo contemporaneamente il polso dell' antibraccio potei persuadermi che questo fenomeno era dovuto ad una diminuzione del tono vasale, perchè esso mancava in questa parte del corpo.

Fino da quando incominciai le mie indagini sulla circolazione del sangue nel cervello dell' uomo, dovetti persuadermi che la quantità del sangue nel cranio può aumentare notevolmente senza che le funzioni intellettuali e lo stato psichico subiscano dei gravi cambiamenti.

Se si tratta di una semplice congestione venosa ciascuno comprende facilmente che il fatto è di minor importanza per la nutrizione del cervello; ma la cosa è molto più grave per la teoria ora generalmente accettata dai fisiologi, intorno alla natura dei fenomeni cerebrali, e alla loro dipendenza dalla circolazione sanguigna, quando vediamo che può esistervi una considerevolissima iperemia arteriosa senza che le funzioni intellettuali subiscano la più leggera modificazione.

Tale è stato il caso esposto nel precedente capitolo sul nitrito di amilo, sotto la cui azione vediamo aumentare considerevolmente la circolazione del cervello e crescere il volume del medesimo e dilatarsi le arterie, senza che nulla insorga nello stato psichico, eccettuata l'inevitabile sensazione di calore aumentato alla pelle del volto.

La mancanza di correlazione fra la quantità del sangue contenuto nel cranio e l'attività cerebrale, parmi sia dovuta a ciò che nell'attività psichica il sangue deve circolare nei vasi del cervello sotto una pressione aumentata, perchè siano più attivi i processi del ricambio materiale. Dilatandosi i vasi del cervello per un'azione paralizzante, come quella del nitrito di amilo, benchè sia maggiore la quantità di sangue contenuto nell' albero arterioso, possiamo imaginare, che essendo minore la pressione, sia nullo l'effetto utile di questo accumulo di sangue nel cervello. Nell' attività cerebrale benchè fosse minore l'aumento di volume che noi abbiamo osservato, era ciò nullameno più attiva la circolazione, perchè il sangue scorreva nei vasi cerebrali con una pressione ed una velocità maggiore.

Quando si piega il capo all' innanzi succede come è facile ad intendersi una congestione venosa ed un aumento di volume del cervello. Dopo i tracciati che pubblicai insieme al prof. Giacomini (1) credo inutile di riferire altre osservazioni fatte in proposito su Thron e su Bertino.

(1) *Esperienze sui movimenti del cervello nell'uomo.* Archivio delle scienze mediche, 1876 fasc. 3°.

CAPITOLO XIV.

Sulla circolazione del sangue nel cranio intatto.

§ 1.

Nella mia introduzione ad una serie di esperienze sui movimenti del cervello nell'uomo (') ho già trattato la parte storica e critica di questo argomento, fino ad ora assai controverso. Per ragione di brevità non credo opportuno di ripetere qui le considerazioni che ho fatto in proposito. Ricorderò solo, che i fisiologi erano divisi in due scuole: l'una che negava recisamente l'esistenza dei movimenti cerebrali nel cranio intatto e l'altra che invece li ammetteva. Dopo che dimostrai falsa l'interpretazione dell'esperienza di Bourgougnon che figurava nei trattati come una prova decisiva della mancanza di ogni movimento cerebrale nel cranio illeso, mi parve vi fosse ragione sufficiente per ammettere l'opinione contraria. Però gli argomenti che adoperai nel sostenere questa tesi erano unicamente fondati sull'analogia, sull'induzione, o su considerazioni anatomiche; e mancava l'*experimentum crucis*, il quale dimostrasse in modo evidente che la circolazione del cervello subisce tutte le modificazioni che abbiamo osservato in altre parti del corpo e nel cranio aperto.

In questo capitolo noi esamineremo il problema della circolazione cerebrale sotto un nuovo punto di vista. Pensando che il cranio forma una scatola resistente, chiusa da tutte le sue parti io mi immaginai che il sangue venoso dovesse circolarvi sotto una pressione maggiore perchè alla *vis a tergo* si aggiunge qui una forza che manca in altri organi del corpo, cioè la dilatazione pulsatoria delle arterie. L'onda sanguigna che penetra nel cranio produce una diastole di tutte le arterie cerebrali; questa dilatazione dell'albero arterioso, che si compie colla forza della sistole cardiaca, genera una pressione sulle vene cerebrali, ed il sangue venoso riceve una spinta ad ogni pulsazione, che lo fa passare nei seni del cranio sotto una pressione maggiore che non avrebbe per la semplice *vis a tergo*. L'esperienza fatta sopra un cane provò l'esattezza di questo ragionamento.

Feci la trapanazione del cranio sulla linea mediana, scopersi il seno longitudinale e lo ferii in modo da non penetrare nella cavità delle meningi, perchè non potesse confondersi il risultato di questa esperienza colla pressione sotto cui trovasi il liquido cefalorachideo. L'unione del seno con un manometro era fatta per mezzo di un tubo metallico, che aveva il medesimo diametro della corona del trapano e che si vitava con forza nelle pareti del cranio.

Per avere una misura esatta della differenza che osservasi nelle vene del cranio in confronto colle altre parti del corpo dove è maggiore la pressione mi servii del manometro differenziale; e misi in rapporto la pressione della vena crurale con il seno cerebrale. Ecco sommariamente alcuni dati intorno ad una di queste esperienze.

Scelgo un grosso cane, lo cloroformizzo e quindi preparo la vena crurale, in cui introduco una cannula ed un tubo che va al manometro differenziale a mercurio.

(') Archivio per le scienze mediche. Anno I. fasc. 2, 1876.

Quindi faccio la trapanazione del cranio alla regione frontale nella parte libera del l'osso che rimane in mezzo all'angolo fatto dall'inserzione dei masseteri.

L'osso è spesso molto: stacco con precauzione la rotella. Aspetto che sia alquanto cessata l'emorragia venosa della diploe, e vito il tubo che ha una forma leggermente conica. Per mezzo di un coltellino ferisco quindi il seno che sta nel mezzo dell'apertura. Succede una forte emorragia, e il sangue venoso zampilla dal tubo.

Stabilisco subito la comunicazione coll'altro ramo del manometro differenziale e trovo che la pressione dalla parte del cranio è tre centimetri più forte che nella vena crurale. L'animale in questo istante è profondamente cloroformizzato. A misura che va risvegliandosi, e diventano più profondi i movimenti respiratorî, cresce pure questa differenza: finchè raggiunge 6 centimetri in più dalla parte del cranio.

Per rendere più semplice l'esperienza io avevo adoperato prima la precauzione di mettere l'animale ed il manometro in posizione tale che il tubo del cranio, la cannuccia della vena crurale e il livello del mercurio nei due rami del manometro si trovassero esattamente nel medesimo piano orizzontale. Nè tralasciai alcuna precauzione perchè la gamba fosse sospesa in modo da lasciare libera la circolazione.

Cloroformizzo di nuovo il cane, e la differenza fra la pressione nel seno e nella vena diminuisce. Nel momento in cui l'animale è insensibile e la respirazione leggerissima, la pressione nel cranio è ancora più alta di un centimetro che nella vena crurale. Lascio svanire l'azione del cloroformio e quando la differenza raggiunge nuovamente 55 millimetri di mercurio uccido l'animale per dissanguamento. L'autopsia dimostra che nella diploe sboccano due grosse vene in vicinanza del foro fatto col trapano. Nel cervello non vi è alcuno stravaso. La ferita attraversa solo una parete del seno senza penetrare nella cavità delle meningi.

Per conoscere esattamente il valore della pressione del sangue venoso nel cranio, mi servo di un manometro semplice a mercurio, che metto in comunicazione col seno longitudinale alla regione frontale nel modo anzidetto. In un cane di media grandezza, mentre l'animale è profondamente cloroformizzato, il manometro segna una pressione di 70 e 80 millimetri: dopo si eleva successivamente fino a 100 e 110. Constatato questo valore della pressione nel seno longitudinale del cranio, uccido l'animale con una ferita del midollo allungato. Infiggo il punteruolo nella cavità della colonna vertebrale ed osservasi un fortissimo aumento della pressione nelle vene del cranio. Il manometro segna una pressione di 160 millimetri di mercurio con forti pulsazioni corrispondenti alle contrazioni lente, ma forti del cuore.

L'autopsia fatta immediatamente dopo dimostra che il coltellino attraversò il seno e penetrò nella cavità delle meningi, dove trovasi un coagulo di sangue senza che però mi sia dato di scorgere una lesione del cervello, o dei suoi vasi. In base a questi risultati che vennero confermati da altre esperienze, credo si possa stabilire « che la circolazione del sangue venoso nella cavità del cranio si fa sotto una pressione che è maggiore di quella che osservasi contemporaneamente nella vena crurale e forse maggiore della pressione venosa in qualsiasi parte del corpo ».

§ 2.

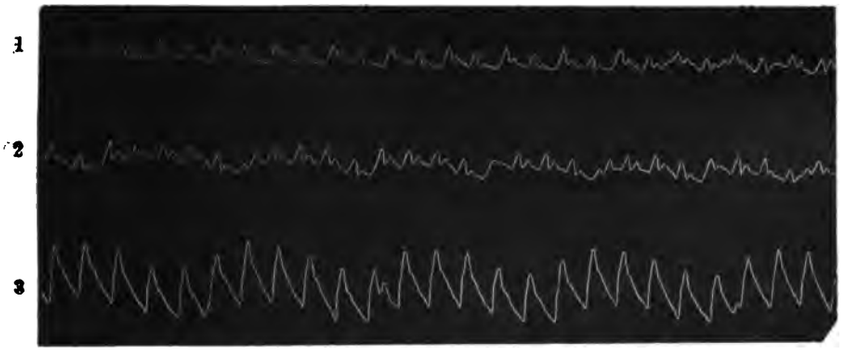
Durante queste misure manometriche io osservai (come già venne indicato nell'ultima esperienza sopra riferita) che la colonna di mercurio presentava dei sollevamenti isocroni alle contrazioni cardiache. Messo in questo modo sulle traccie di un polso venoso nei seni del cranio trovai che questa idea non era del tutto nuova perchè H. Berthold (') in una serie di osservazioni fatte per spiegare il fenomeno del polso venoso nel fondo dell'occhio, dice di aver veduto in un cane, in cui aveva legato la vena giugulare comune, uscire il sangue da una ferita della vena giugulare interna con uno zampillo intermittente, come se si trattasse di un'arteria. Questo fatto è vero, ed io potei constatarlo e dimostrarlo graficamente, tanto nella vena giugulare interna in cui introdussi una cannuccia alla sua uscita dal cranio, oppure, ciò che credo più facile per coloro che vogliono ripetere queste osservazioni, piantando un tubo nel cranio che stia direttamente in comunicazione col seno sagittale; meglio ancora sarebbe di portare la corona del trapano nella regione occipitale e di giungere così sul punto di confluenza dei seni craniani nel così detto torchio di Erofilo.

Per scrivere queste pulsazioni invece del manometro a mercurio è meglio servirsi di un timpano a leva che si riempie di bicarbonato di soda e si mette in comunicazione col tubo metallico impiantato nel cranio appena fatta l'incisione della parete superiore del seno, avendo cura di non penetrare a traverso la parete sottostante nella cavità delle meningi. Il timpano di cui mi servo ha il diametro di 20 mm. ed è ricoperto da una membrana elastica abbastanza robusta. Le oscillazioni della membrana si trasmettono alla leva che poggia nel suo mezzo e si scrivono sopra di un cilindro annerito.

Il presente tracciato venne ottenuto con questo metodo dal seno longitudinale. L'autopsia dimostrò che la ferita era limitata solo alla parete superiore del seno, e che non si penetrò nella cavità delle meningi, perchè non vi era nè iniezione, nè stravaso alla superficie corrispondente del cervello.

La linea 1, fig. 84, rappresenta il polso del sangue venoso nella cavità del cranio,

Fig. 84.



1 e 2. *Polso venoso del seno longitudinale nel cranio del cane.* — 3. *Polso della carotide ottenuto dopo nel medesimo animale.*

(') *Zur Blutcirculation in geschlossenen Höhlen.* Centralblatt f. med. Wissensch. 1879 n. 43.

mentre l'animale era profondamente cloroformizzato e la respirazione molto superficiale. La linea 2 venne scritta alcuni minuti più tardi, quando essendo cessata l'azione del cloroformio la respirazione era divenuta alquanto più forte del normale. La linea 3 ci dà un' immagine del polso carotideo scritto col medesimo apparecchio applicato sulla carotide sinistra, dopo di aver reso meno estensibile la membrana del timpano a leva con alcuni giri di un filo di gomma elastica. Si noti la forma anacrotica del polso carotideo in questo cane, che si rivela per mezzo di una leggera piegatura nella parte ascendente della curva di quasi tutte le pulsazioni.

Come si vede dal tracciato 1 e 2 fig. 84, il sangue nelle vene del cranio è animato da un movimento pulsatorio analogo a quello delle arterie. Il polso è dicroto e spesso tricroto, e il tracciato presenta delle oscillazioni respiratorie del tutto identiche a quelle che abbiamo osservato in tutte le arterie del corpo. In base a queste esperienze credo sia ora definitivamente dimostrato che la circolazione arteriosa del cervello può eseguire liberamente nel cranio intatto tutte le variazioni che abbiamo osservato in altre parti del corpo: perchè ad ogni diastole delle arterie succede una sistole delle vene le quali cedono posto al volume del sangue arterioso che penetra nel cervello. E così pure per le influenze respiratorie è l'albero venoso che colle oscillazioni del sangue contenutovi permette l' espandersi o il restringersi dell'albero arterioso. La quantità di sangue contenuto nel cranio, come già aveva detto Cappie (1), non varia, è solo la distribuzione del medesimo fra le arterie, i capillari e le vene che si modifica. L'onda che penetra nell'albero arterioso rimuove una quantità corrispondente di sangue dalle vene ed imprime alla corrente venosa un moto pulsatorio del tutto identico a quello delle arterie. Questo meccanismo ci spiega perchè le vene nella cavità del cranio siano prive di valvole e sbocchino nei seni che hanno pareti resistenti.

La mancanza di valvole nelle vene la riscontriamo pure nella cavità addominale: ed io tengo come molto probabile che la ragione di questa particolarità anatomica, che non aveva fino ad ora ricevuto alcuna spiegazione, sia identica per entrambi le cavità. Se nei mutamenti della pressione addominale per effetto della respirazione il sangue non potesse rifluire, e fosse obbligato dalle valvole a penetrare nel fegato con tutta la forza della pressione addominale, io credo che gli sforzi violenti avrebbero delle conseguenze nocive per il sistema della vena porta e le funzioni del fegato.

È probabile che nella cavità del cranio la mancanza di valvole abbia per ufficio di facilitare i mutamenti della circolazione cerebrale, per cui il vuoto che tenderebbe a prodursi durante la contrazione delle arterie, viene facilmente compensato del riflusso del sangue venoso.

I continui cambiamenti di volume cui è soggetto il cervello per la diastole delle sue arterie, e per l'influenza della respirazione, e forse anche lo stesso peso di quest'organo nelle varie posizioni del capo, potendo mettere facilmente ostacolo allo sgorgo venoso, era necessario che i grossi tronchi di efflusso si trovassero al sicuro da qualsiasi cambiamento nel volume del cervello. Questo scopo venne raggiunto per mezzo della disposizione che tutti conosciamo, di far sboccare i piccoli rami venosi nella cavità resistente dei seni. La rigidezza di questi canali venosi costituisce il più semplice dei

(1) F. Cappie, *Ueber die Beziehung des Schädelinhalts zu dem Druck der Atmosphäre.* Edimb. med. Journ. XX. pag. 105, 1874. Schmidt's Jahrbücher, 1875 pag. 131.

meccanismi con cui potesse risolversi il problema complicatissimo di tutelare la circolazione del cervello, lasciando libere le arterie e i capillari di espandersi o di restringersi mentre tutto l'organo rimane chiuso per sua difesa nella scatola resistente del cranio.

Le idee che io espressi già nel capitolo intorno alla natura del sonno mi dispensano da altre considerazioni teleologiche intorno alle disposizioni anatomiche su cui ho chiamato ora l'attenzione del lettore. Ammessa la necessità che tutti gli organismi debbano adattarsi alle condizioni esterne, e che le funzioni dei loro organi debbano modificarsi nel modo che è più acconcio alla loro conservazione, noi possiamo per ragioni di brevità servirci del vecchio linguaggio.

§ 3.

Venne fino ad oggi generalmente ammesso che il liquido cefalorachideo spostandosi lasciasse facilità ai mutamenti di volume del cervello. Questa teoria dei movimenti del liquido cefalorachideo può facilmente dimostrarsi inesatta. Le resistenze grandi che dovrebbe vincere il liquido cefalorachideo per passare dalla cavità del cranio in quella delle vertebre ci permettono già di supporre a priori che nessun spostamento del liquido ha luogo per le pulsazioni del cervello.

Quando noi mettiamo un manometro in comunicazione col liquido cefalorachideo contenuto nella cavità vertebrale, oppure osserviamo la membrana atlanto occipitale, e vediamo che presentano entrambi delle oscillazioni in rapporto colla respirazione, ciò non vuol dire che il liquido passi dalla cavità vertebrale in quella del cranio, o viceversa. Ho già dimostrato in un'altra Memoria, come le deduzioni opposte che Magendie, Ecker e Richet tirarono da simili osservazioni siano del tutto arbitrarie, e come dietro le loro considerazioni si possa solo conchiudere che la pressione sotto cui trovasi il liquido cefalorachideo diminuisce nell'inspirazione e cresce nell'espirazione.

Le esperienze che ho fatto in questo riguardo mi permettono di negare recisamente il passaggio del liquido cefalorachideo dall'una cavità nell'altra ad ogni pulsazione, e vedremo come si debba negare un simile passaggio anche pei cambiamenti di volume maggiori e più lenti che succedono nei centri nervosi per effetto della respirazione moderata.

Salathé (1) in una serie di esperienze fatte nel laboratorio del prof. Marey intorno ai movimenti del cervello, dimostrò già del resto per mezzo di due aperture fatte col trapano nel cranio e nella colonna vertebrale, cui applicò un apparecchio registratore, che i tracciati delle oscillazioni respiratorie decorrono paralleli. Egli trovò cioè che il liquido cefalorachideo si elevava contemporaneamente nei due tubi durante l'espirazione e si abbassava nell'inspirazione.

Credo quasi inutile avvertire che non intendo menomamente negare l'esistenza di una comunicazione fra la cavità vertebrale e quella del cranio, giacchè io mi sono studiato in una precedente Memoria di mostrare che realmente può esistere il passaggio del liquido da una cavità all'altra. Negli ultimi lavori che si pubblicarono recentemente intorno a questo argomento da Richet, da me, da Salathé e da altri si ammise che la quantità di sangue ricevuta dal cervello colla sistole cardiaca, essendo

(1) *Recherches sur les mouvements du cerveau.* Paris 1877 pag. 111.

più considerevole, una quantità corrispondente del liquido cerebro-spinale doveva abbandonare nel medesimo istante la cavità del cranio e passare nella cavità vertebrale. Così pure in seguito ad una espirazione, o ad uno sforzo i vasi intracraniani contenendo più sangue, il liquido sotto aracnoideo passava nella cavità delle vertebre, per ritornare nel cranio coll'inspirazione successiva. Malgrado tutte le considerazioni e le indagini fatte in proposito manca però sempre un esperimento il quale mostri chiaramente che nelle condizioni normali vi sia realmente per effetto dei movimenti del cuore e della respirazione un passaggio del liquido cefalorachideo dalla cavità del cranio nello speco vertebrale, o viceversa.

Per trovare la soluzione di questo problema ho fatto delle esperienze sull'uomo in un caso di spina bifida (1), e sugli animali. In un grosso cane pianto un tubo

(1) *Esperienze fatte col prof. Fubini in una bambina affetta da spina bifida.* — Riferisco per sommi capi alcune osservazioni fatte col prof. S. Fubini in un caso di spina bifida, di cui pubblicheremo fra poco estesamente la storia. Si tratta di una bambina di 6 mesi che aveva un tumore alla regione lombare grosso quanto un uovo di piccione, il quale comunicava direttamente colla cavità vertebrale, e svotavasi facilmente per mezzo della compressione. Alla sommità del tumore la pelle era così sottile che scorgevasi per trasparenza il liquido acquoso di cui esso era ripieno, per cui temevamo che da un istante all'altro il tumore potesse aprirsi. Vedendo che le condizioni erano favorevolissime per studiare i movimenti del liquido cefalo-rachideo nella cavità vertebrale dell'uomo, ci affrettammo a fare una serie di esperienze per vedere se fosse possibile di scoprire un movimento pulsatorio nel tumore.

Il primo apparecchio che adoperammo era fatto come un piccolo cappello di guttaperca il quale ricopriva col suo cocuzzolo tutto il tumore e chiudeva ermeticamente colla falda la base del medesimo, aderendo alla pelle circostante nella regione lombare. Un tubetto di vetro impiantato sul cocuzzolo faceva comunicare l'aria che stava fra il tumore ed il cappello con un timpano registratore di Marey. I tracciati ottenuti, mentre la bambina era immobile e dormiva col dorso in alto, ci mostrarono che la respirazione tranquilla e superficiale esercitava una influenza cospicua sul volume del tumore: ma non ci fu possibile di scorgervi alcuna pulsazione che corrispondesse al ritmo dei battiti cardiaci. Provammo a riempire con acqua lo spazio compreso fra il cappello di guttaperca e il tumore, ma non potemmo scorgervi alcuna pulsazione. I movimenti della colonna liquida in una pipetta sottile tenuta orizzontalmente corrispondevano a quelli della respirazione e notammo come prima che ad ogni inspirazione succedeva una diminuzione nel volume del tumore e che questo ingrossava ad ogni espirazione.

Riusciti inutili questi tentativi per trovare un movimento pulsatorio sincrono coi battiti cardiaci, tentammo un altro metodo; quello cioè di ingrandire i movimenti della pelle alla sommità del tumore per mezzo di una leva applicata direttamente nel punto dove questa era più sottile. Con del gesso sciolto nell'acqua tiepida prendemmo la forma del tumore dopo averlo prima unto leggermente con olio. Staccata la forma dalla regione lombare riempimmo la cavità della medesima con acqua e trovammo che il tumore aveva il volume di circa 14 cent. cubici. Facemmo quindi una apertura sulla parte superiore della forma in modo che si vedesse sotto la punta del tumore. Sui bordi di questa apertura larga 1 centimetro piantammo una piccola leva leggera lunga 20 centimetri. Presso il fulcro della medesima un'asticella sottile messa ad angolo retto colla leva, terminava in una pallottolina di cera e poggiava sul vertice del tumore. La forma di gesso dava così un solido punto di appoggio alla leva, e la cavità della medesima essendo spalmata di grasso, i movimenti di espansione e di restringimento del tumore venivano a concentrarsi nella parte superiore del tumore lasciata libera in contatto colla leva. Anche con questo metodo non vedemmo che delle oscillazioni respiratorie molto distinte e qualche sinuosità sul vertice delle oscillazioni che non possiamo dire con certezza che corrispondessero sempre al ritmo dei movimenti cardiaci. Le condizioni favorevolissime in cui vennero fatte queste osservazioni e la diligenza da noi adoperata nell'eseguirle danno un valore a questi risultati negativi, in quanto che ci fanno ritenere che nella spina bifida manchi un

nell'arco di una vertebra lombare e metto il liquido cefalorachideo in comunicazione con un timpano registratore nel modo anzidetto. Faccio un altro foro col trapano nelle pareti del cranio senza ledere il seno longitudinale e scrivo con un apparecchio analogo al primo i movimenti del liquido cefalorachideo. Le pulsazioni di quest'ultimo sono forti, quelle del liquido spinale nella regione lombare appena visibili. Aumento successivamente la resistenza della membrana elastica nel timpano cerebrale avvolgendo un filo sottile di gomma elastica che impedisce i movimenti di elevazione della membrana elastica e del disco di alluminio su cui poggia la leva. Le pulsazioni del timpano lombare non diventano per questo maggiori. Continuo ad avvolgere il filo elastico intorno al timpano cerebrale finchè scompare ogni pulsazione del liquido cefalorachideo nel cranio. Le pulsazioni nella cavità vertebrale sono sempre uguali ed appena visibili.

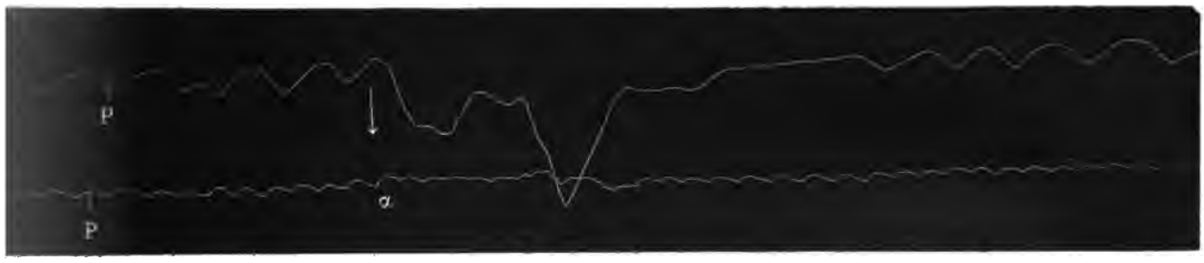
Dopo questa esperienza io credo si possa ammettere che nelle pulsazioni del cervello manca realmente il passaggio del liquido cefalorachideo nello speco vertebrale. Per accettare la prima supposizione dovremmo nelle condizioni di questo esperimento trovare un'altezza maggiore delle pulsazioni del liquido spinale quando è impedita la manifestazione del polso nel cervello. Ciò che non è. La ragione della mancanza

---

movimento pulsatorio del tumore che corrisponda al ritmo delle pulsazioni cardiache. Se vi fosse un passaggio facile del liquido cefalorachideo dalla cavità del cranio in quella dello speco vertebrale, in questo caso, quando noi mettevamo la bambina colla testa più bassa che il livello della regione lombare, noi avremmo dovuto osservare un movimento pulsatorio del tumore: ma anche in queste condizioni mancò ogni traccia di movimento pulsatorio, che corrispondesse alle contrazioni del cuore.

Assai più interessanti per il soggetto trattato in questo capitolo sono le esperienze che noi facemmo sul polso cerebrale di questa bambina durante la compressione del tumore alla regione lombare. Un timpano di Marey applicato sulla fontanella anteriore scriveva il polso del cervello. Perchè i movimenti del corpo non deformassero i tracciati, le esperienze che seguono vennero eseguite tutte nel sonno. Un pneumografo di Marey applicato intorno al torace scrive i movimenti del respiro, linea R fig. 85, mentre la bambina dorme coricata sulla pancia. In ↓ *a* afferro improvvisamente il

FIG. 85.



C. *Polso del cervello di una bambina, scritto con un timpano di Marey applicato sulla fontanella anteriore.*
R. *Tracciato della respirazione. In ↓ a si comprime il tumore della spina bifida per alcuni secondi.*

tumore colla punta delle dita e lo comprimo in modo da far rientrare nello speco vertebrale più che la metà del liquido contenuto nel tumore. Il polso del cervello diventa più debole. Succede una inspirazione prolungata e profonda. La bambina si sveglia come spaventata e piange alcuni istanti. La balia le presenta il seno, essa incomincia subito a poppare e quindi si riaddormenta. Tanto in questa come nelle precedenti esperienze io osservavo durante la compressione la bambina, e appena mi accorgevo che essa movevasi e si destava, lasciavo libero il tumore che riprendeva immediatamente il volume di prima.

Ripetiamo in differenti giorni la medesima esperienza e sempre è debolissimo e quasi trascurabile l'aumento di volume del cervello, anche quando colla compressione del tumore si fanno

di questo fenomeno sta nel giuoco delle vene che si svotano sotto una pressione molto minore di quella che è necessaria per far passare improvvisamente il liquido cefalo-rachideo dalla cavità del cranio nello speco vertebrale.

---

passare circa 10 o 12 centim. cubici di liquido nello speco vertebrale, come si vede nella fig. 86 dove il tumore venne compresso tanto da farlo scomparire quasi completamente.

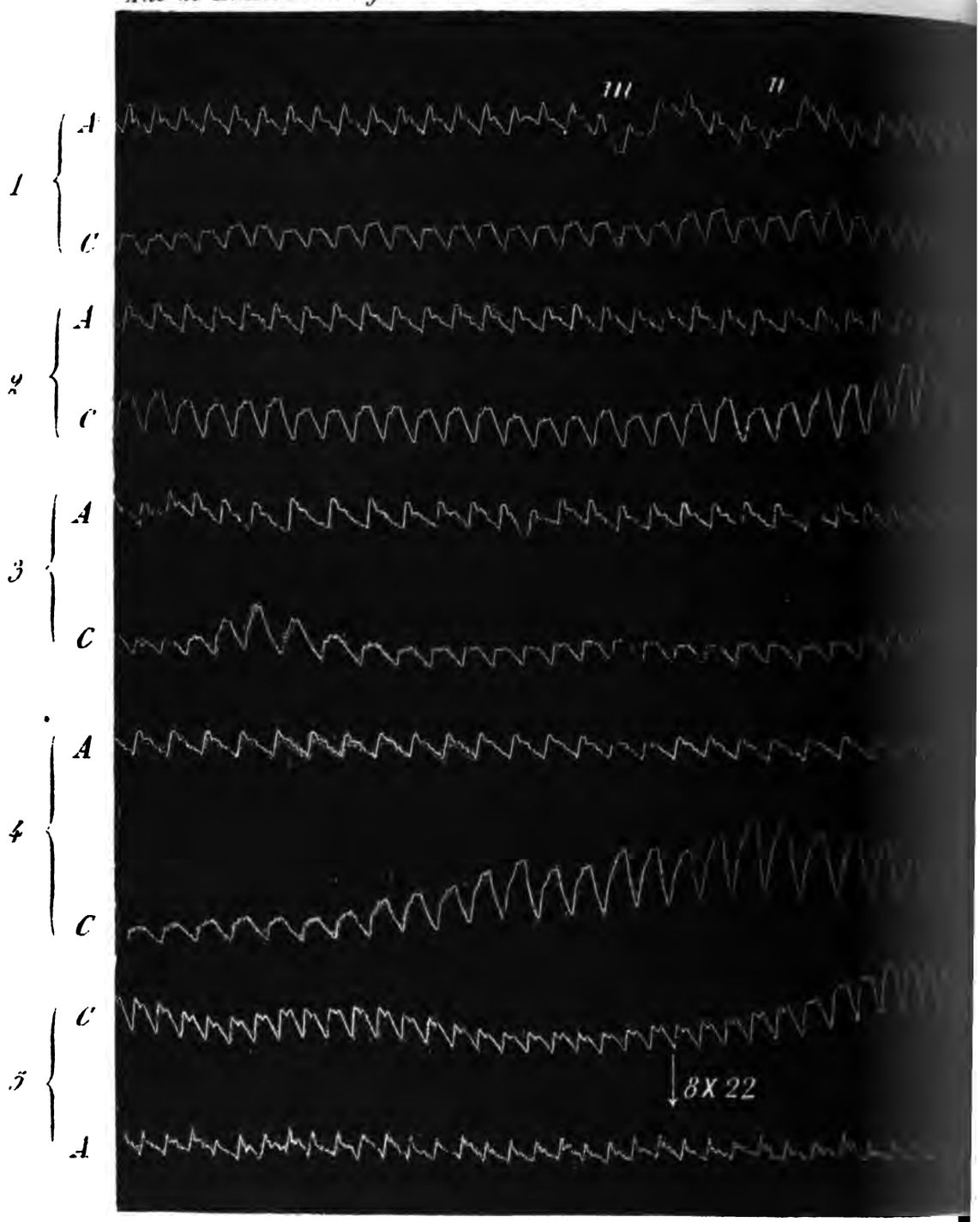
Osservando il tracciato del respiro linea R, e quello del polso cerebrale linea C, noi troviamo che anche qui si produce una profonda inspirazione nel momento in cui il tumore viene compresso, ↓ α. La linea del polso cerebrale dopo un leggerissimo aumento ritorna al livello di prima: le pulsazioni scompaiono e il tracciato decorre orizzontale durante tutto il tempo in cui dura la compressione. Le irregolarità che seguono il tratto orizzontale di questo tracciato non hanno più alcun valore perchè la bambina mosse il capo e si voltò spostando il timpano applicato sulla fontanella; invece è assai interessante l'aumento successivo nell'altezza delle pulsazioni cerebrali.

FIG. 86.

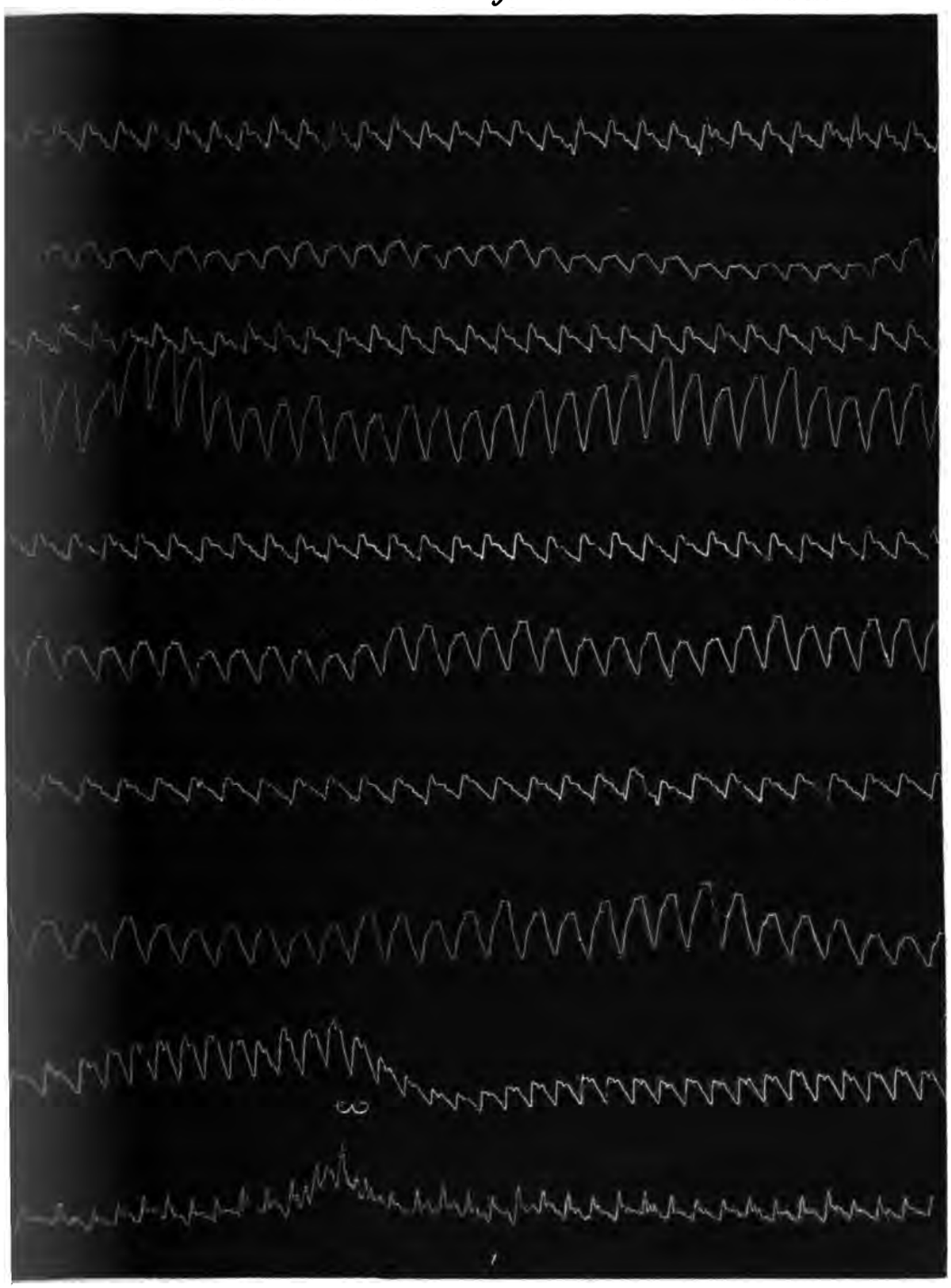
Modificazione del respiro R, *e del polso cerebrale* C *prodotta da una compressione più forte del tumore fatta in* ↓ α, *fino a cacciare nella cavità vertebrale circa* 10 *o* 12 *centim. cubici di liquido.*

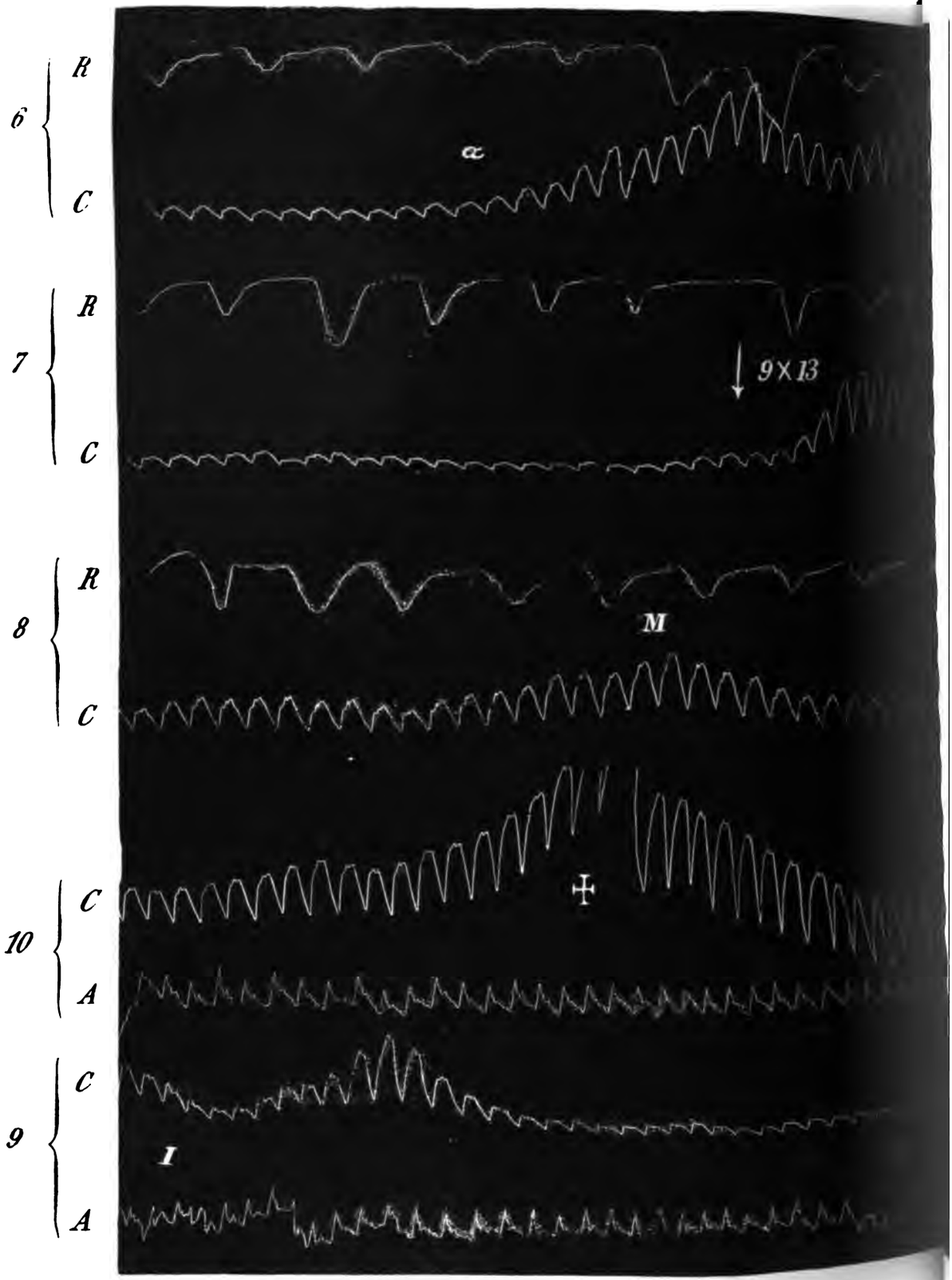
Avendo ripetutamente osservato che durante la compressione del tumore alla regione lombare scompariva il polso del cervello ci venne il dubbio che l'aumento della pressione del liquido nella cavità dello speco vertebrale potesse produrre un arresto del cuore. Le prime osservazioni fatte tastando il polso della radiale, o l'impulso cardiaco, essendo riuscite incerte, ricorremmo all'ascoltazione; e con essa trovammo che i suoni del cuore divenivano bensì più deboli, ma non si arrestavano durante la pressione aumentata del liquido rachideo.

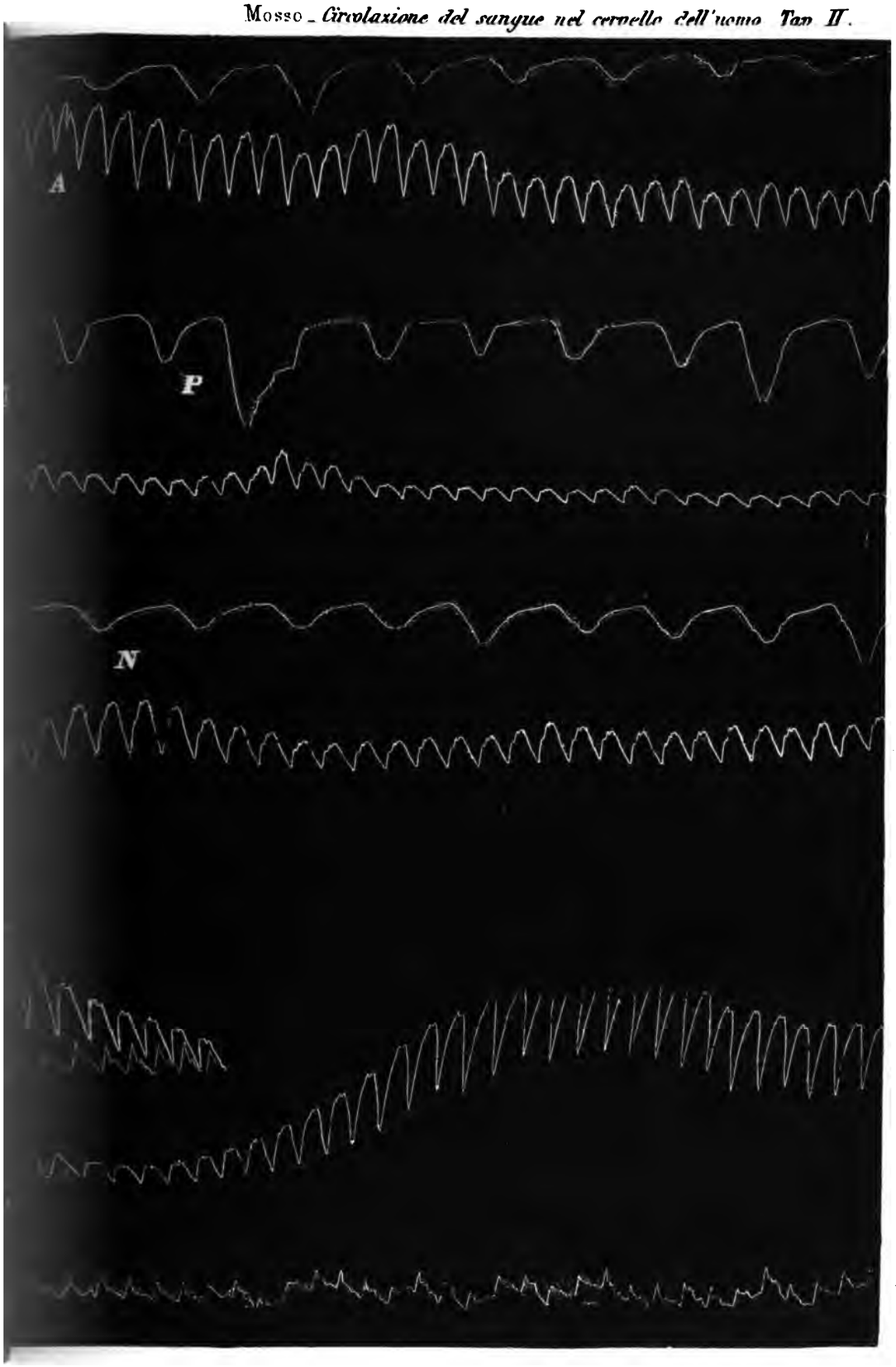
Escluso il dubbio di un arresto del cuore si deve spiegare altrimenti la scomparsa del polso, e l'altezza più grande delle pulsazioni nel cervello, che si manifesta nella seconda metà della linea C, fig. 86, quando cessa la compressione del tumore. Si può ammettere che in ↓ α una parte del liquido rachideo passi nella cavità del cranio e quivi eserciti una tale pressione sui vasi sanguigni da impedire ogni estrinsecazione del polso. Questa diminuzione della circolazione del sangue nella cavità del cranio spiegherebbe l'aumento successivo delle pulsazioni cerebrali, che io dimostrai essere un effetto costante del rilassamento che segue nei vasi quando diminuisce l'afflusso del sangue in un organo qualsiasi e più che in ogni altro nel cervello. Contro questa spiegazione resta però il fatto, che il cervello durante la compressione aumenta pochissimo di volume anche quando si cacciano dentro la cavità vertebrale circa 10 o 12 centim. cubici del liquido contenuto nel tumore. Sopra 8 esperienze analoghe a quelle riprodotte colle fig. 85 e 86 che tengo ora sott'occhio, il tracciato 86 è uno dei casi dove l'aumento di volume del cervello fu maggiore. La mancanza di una forte elevazione nel momento in cui si comprime il tumore è un fatto da prendersi in considerazione: perchè se il liquido cefalo-rachideo passasse facilmente dalla cavità vertebrale in quella del cranio ci sembra che l'elevazione delle fontanelle dovrebbe essere maggiore: anche tenuto calcolo dell'azione antagonista che esercita sul volume del cervello la forte inspirazione che in questa bambina si produsse in modo costante quando noi aumentavamo la pressione del liquido rachideo.

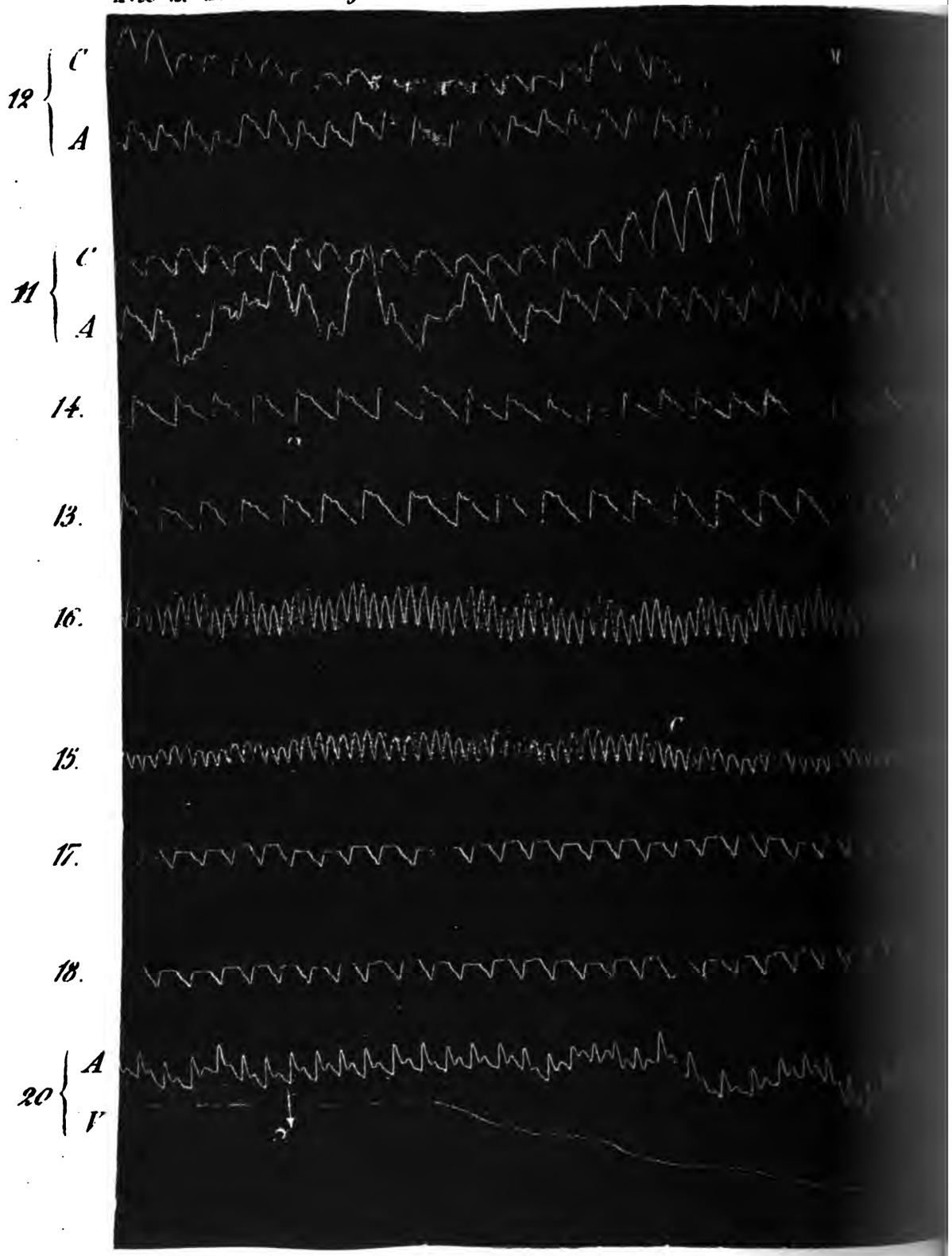

III
II
1
A
C
2
A
C
3
A
C
4
A
C
5
C
A
8 X 22

Mosso – *Circolazione del sangue nel cervello dell'uomo. Tav. I.*

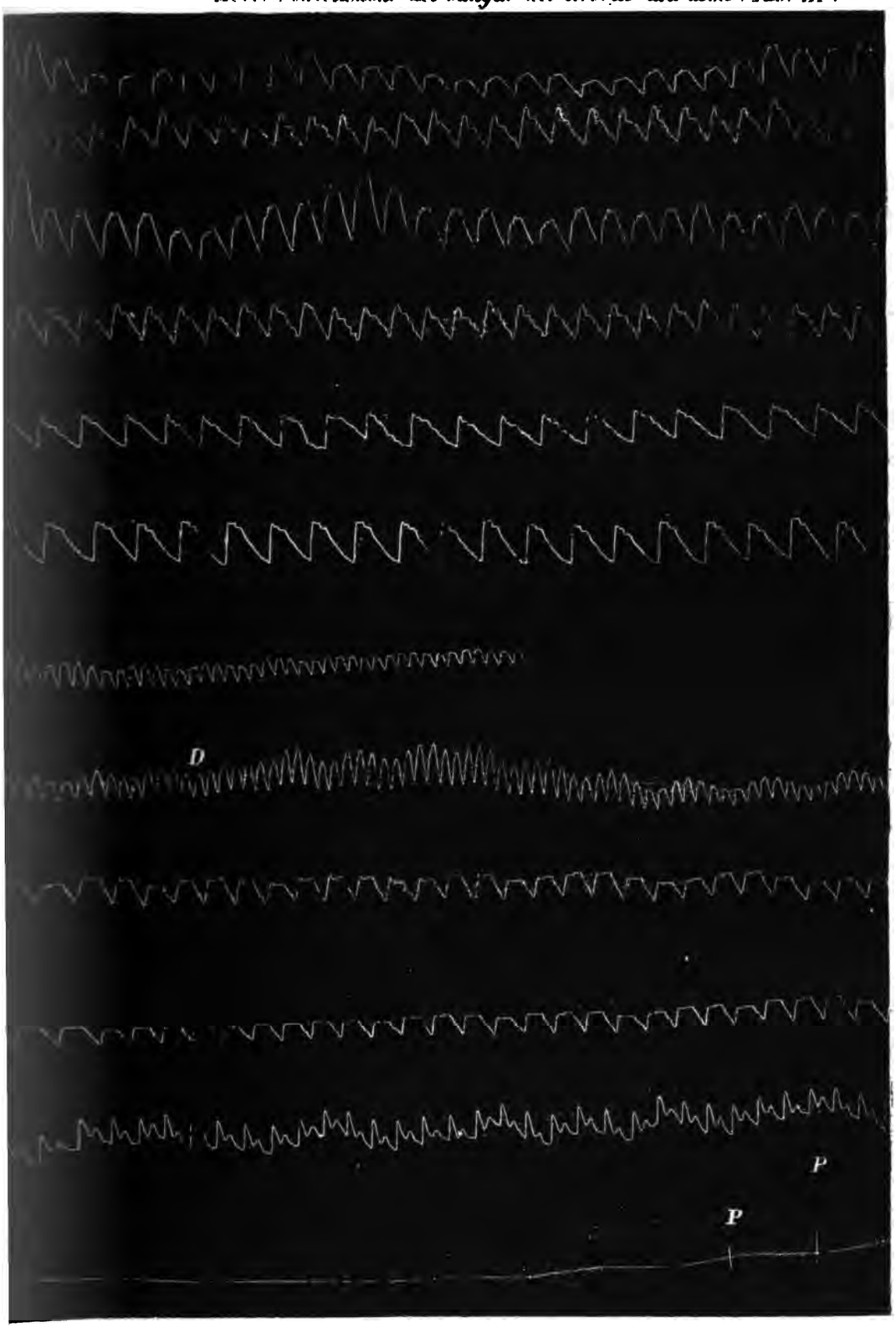


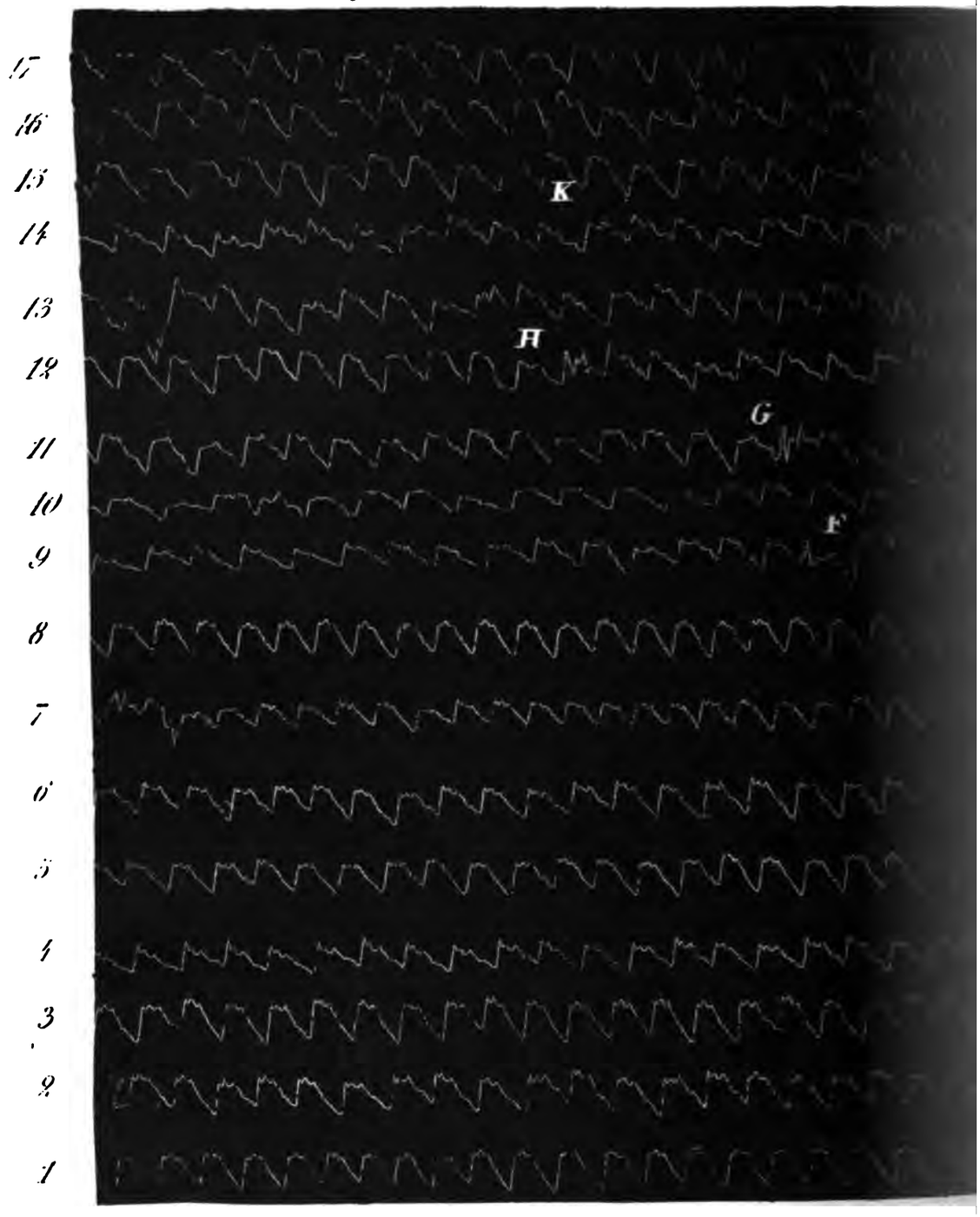

6
R
C
a
7
R
C
9×13
8
R
C
M
10
C
A
9
C
A
I

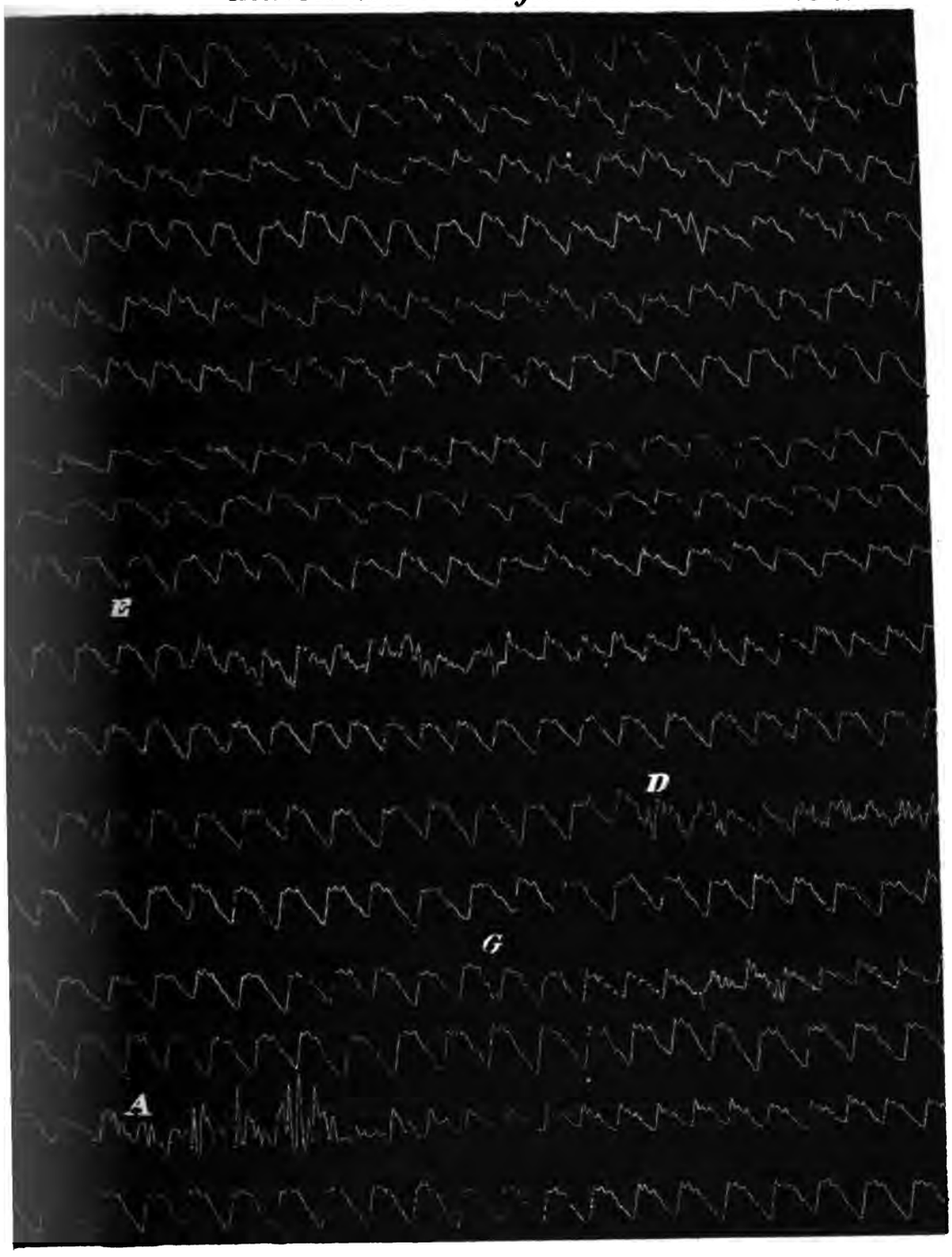

A
P
N

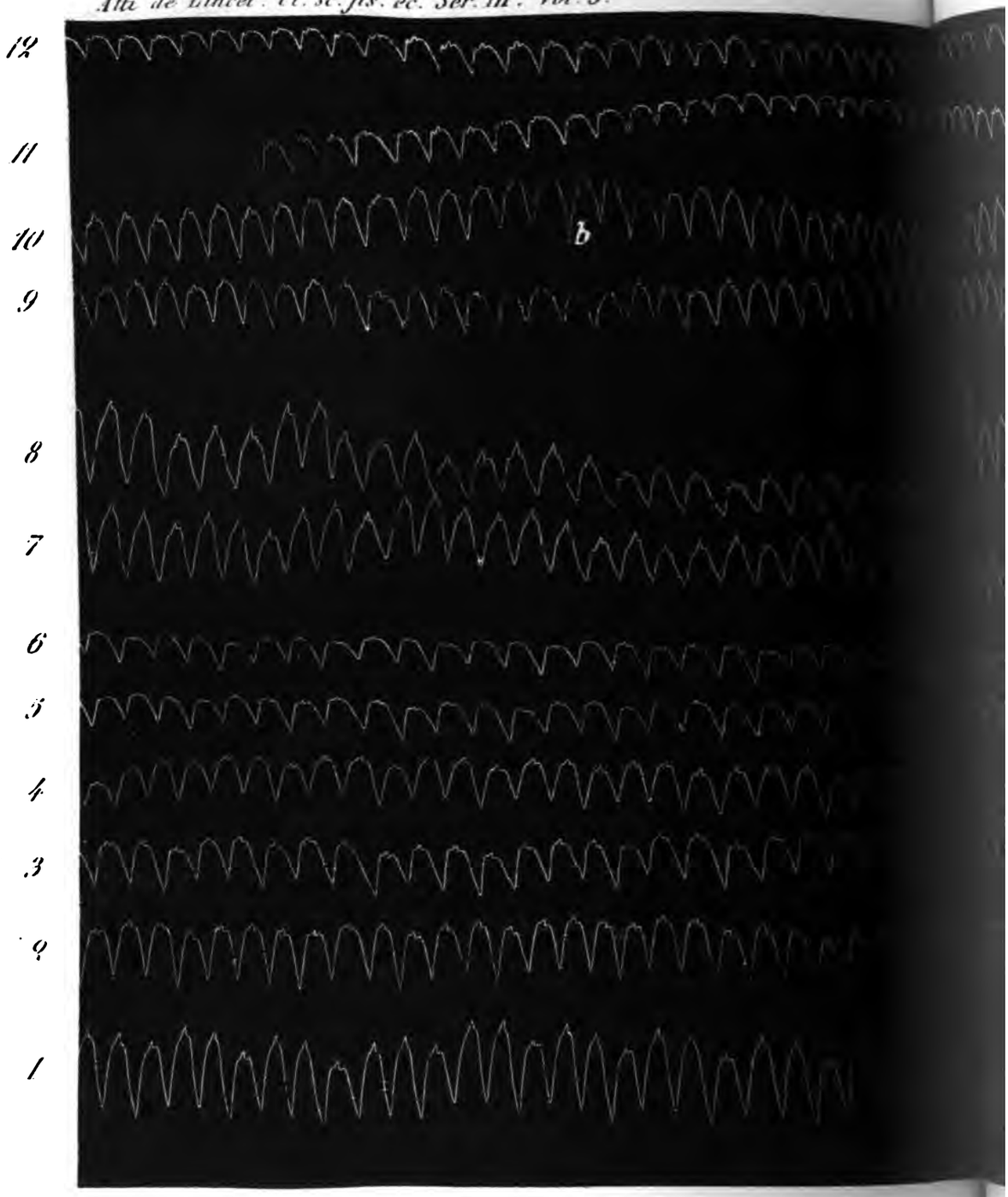

12
C
A
11
C'
A
14.
13.
16.
15.
17.
18.
20
A
V

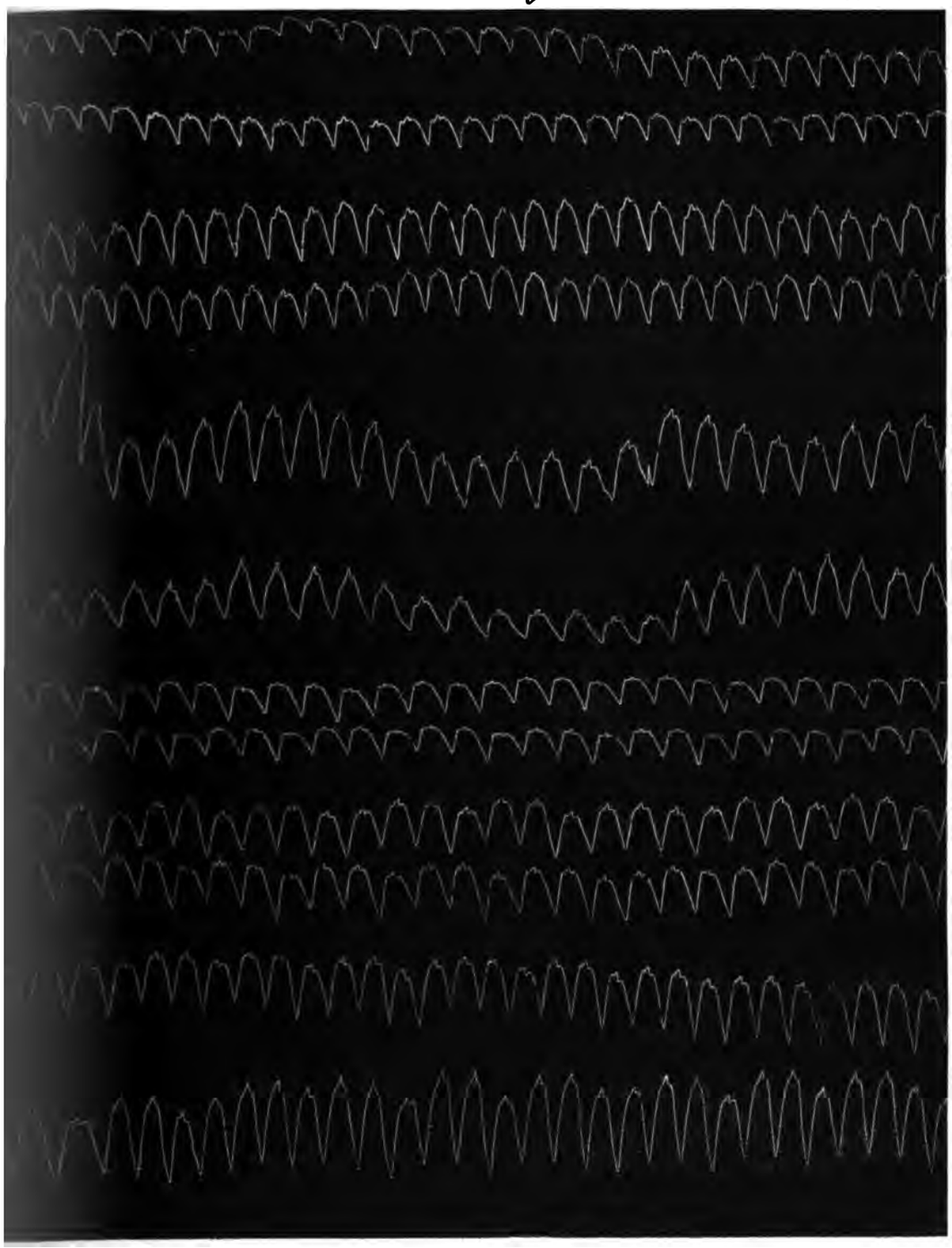
Mosso. *Circolazione del sangue nel cervello dell'uomo. Tav. III.*

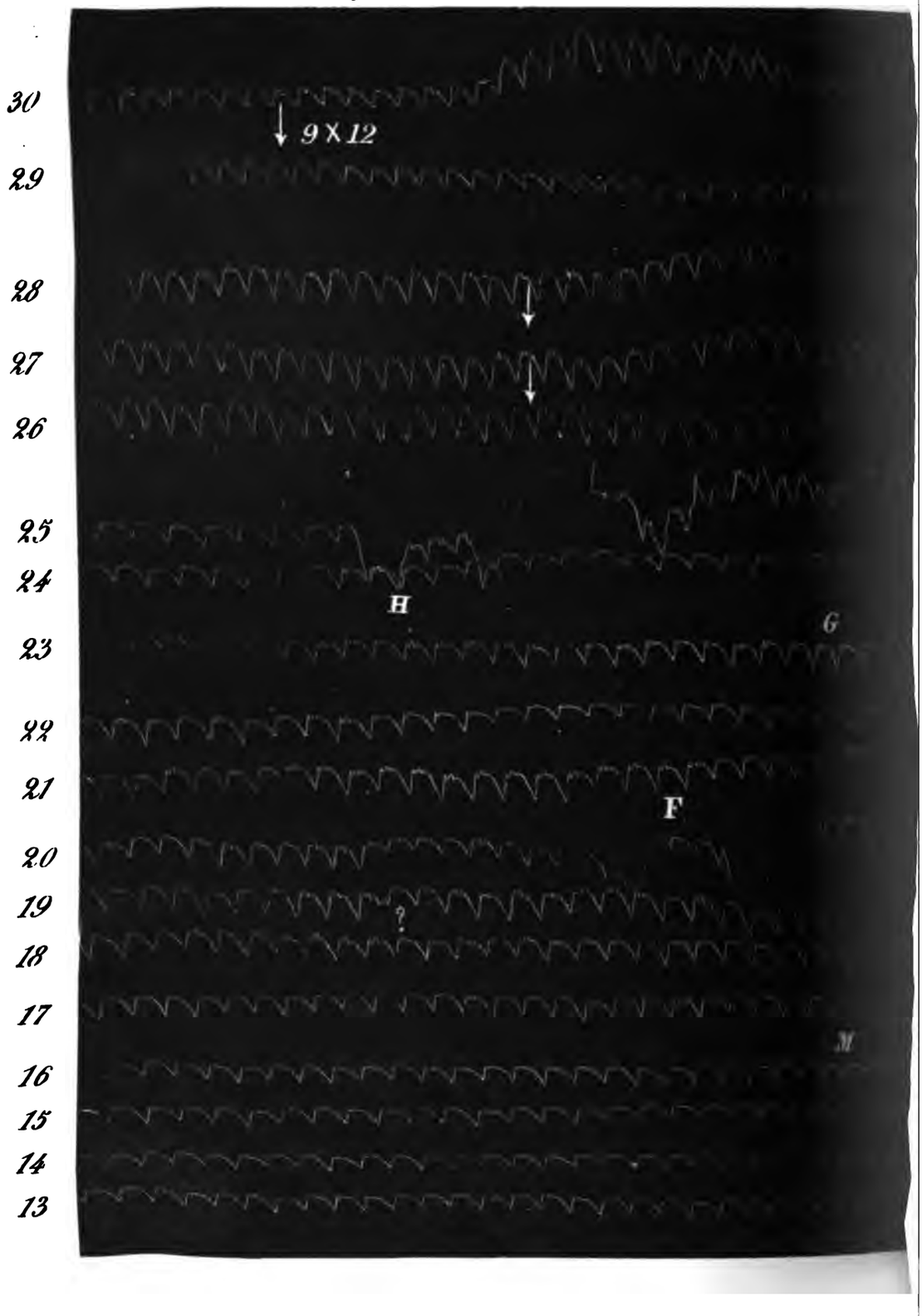


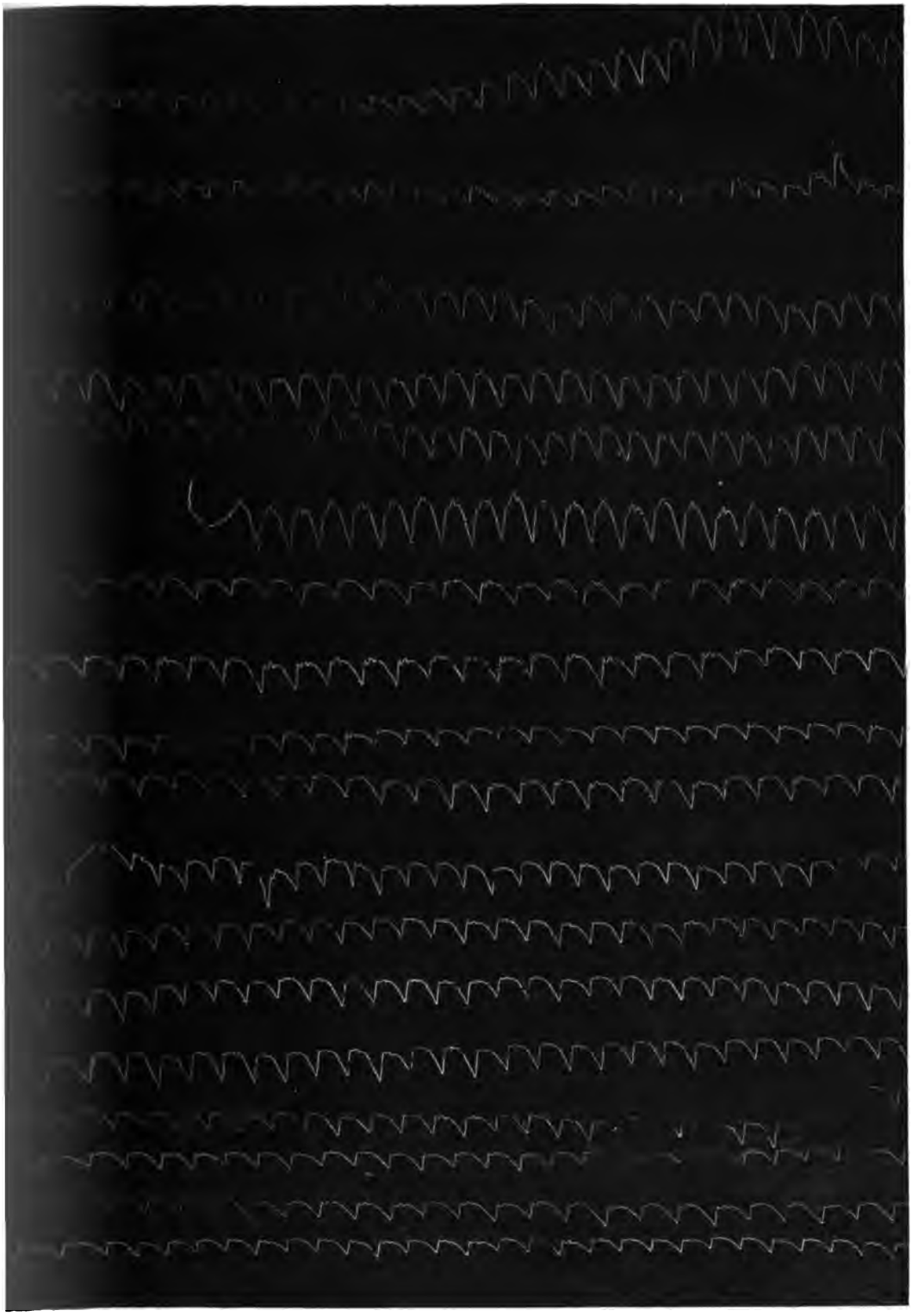

17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
K
H
G
F

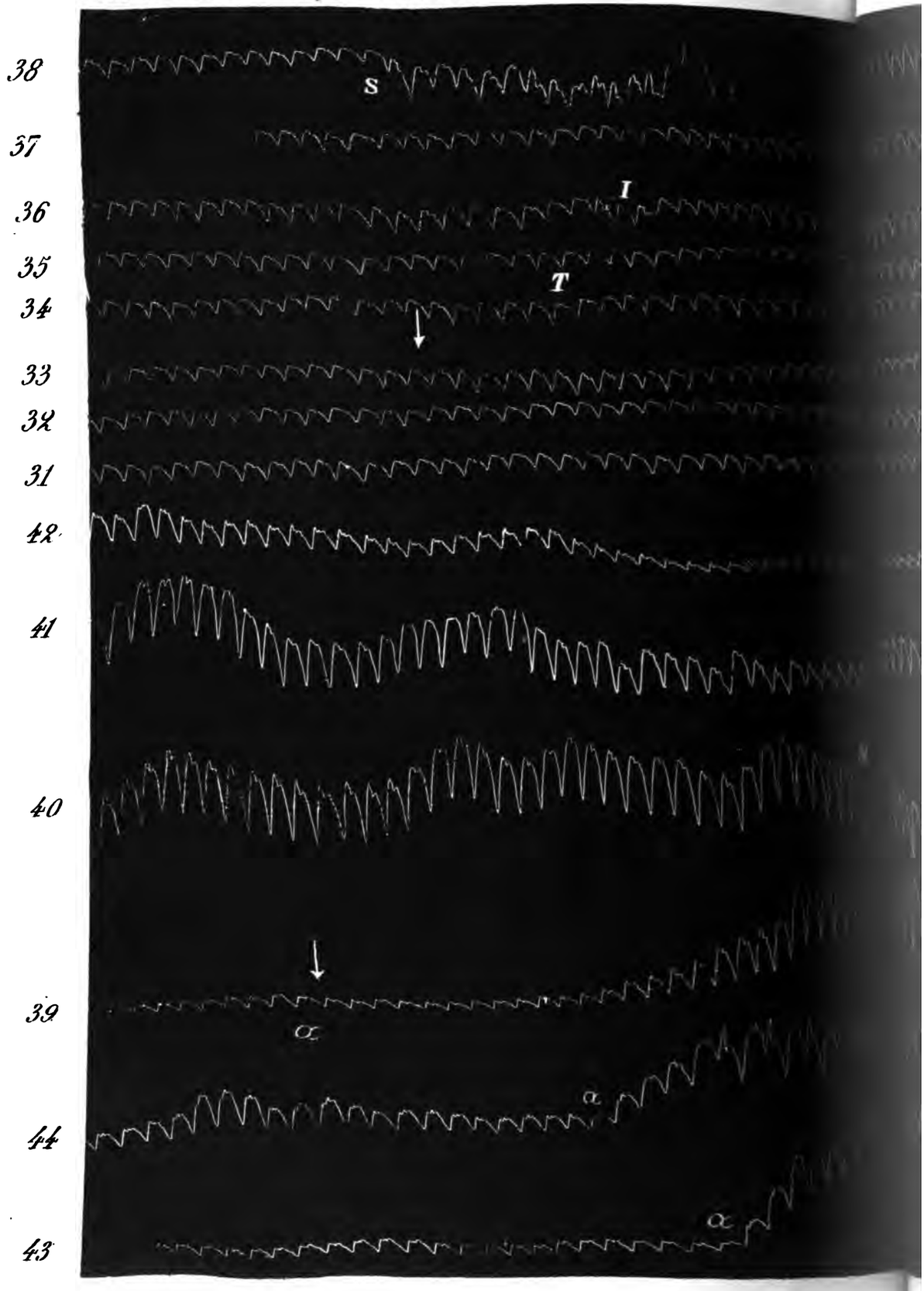

E
D
G
A

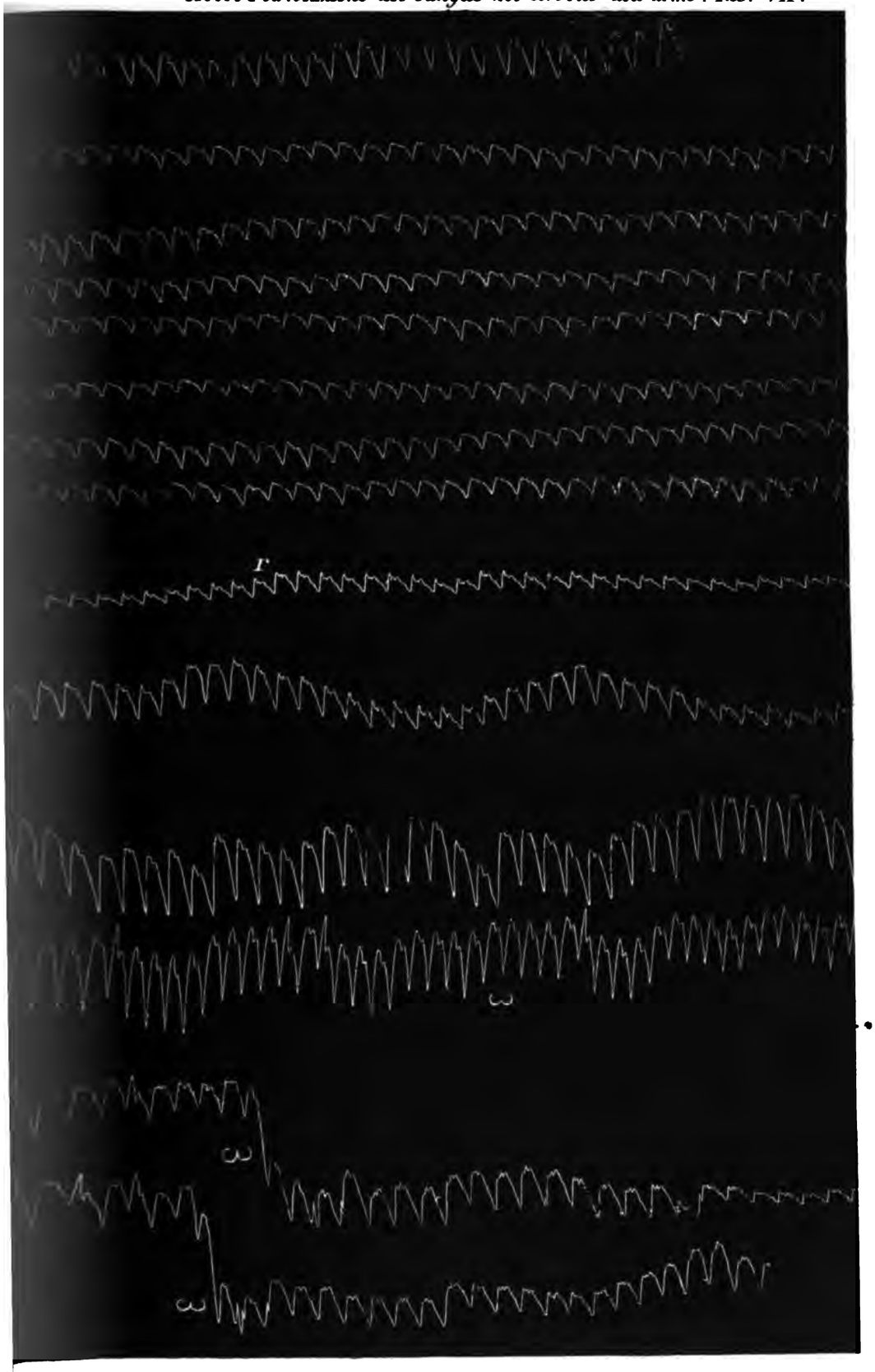

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
b




30
9 X 12
29
28
27
26
25
24
H
G
23
22
21
F
20
19
?
18
17
M
16
15
14
13




38
S
37
I
36
35
T
34
33
32
31
42
41
40
39
α
44
α
43
α


F

Sulla distribuzione delle acque nel sottosuolo romano, e sulla produzione naturale della malaria.

Memoria seconda del Socio CORRADO TOMMASI-CRUDELI

letta nella seduta del 7 dicembre 1879.

Le particolarità della distribuzione delle acque nel sottosuolo di Roma e dell'Agro romano, che io descrissi minutamente nella Memoria presentata all'Accademia nell'aprile decorso (1), e che hanno tanta importanza nella produzione della malaria romana, si collegano, come io dissi allora, a due fatti principali i quali dominano tutta l'idrografia di questa regione.

1. La iniezione nel suolo della Campagna delle acque raccoltesi nei crateri Sabatini e Laziali, che venne così bene illustrata dal Di Tucci (2) ed alla quale si deve la singolare perennità dei nostri fiumi e la straordinaria ricchezza di acqua del sottosuolo romano, notevole specialmente nei terreni posti sulla destra del Tevere, ai quali sovrastano i grandi bacini vulcanici del sistema Sabatino.

2. La scarsa permeabilità dei tufi e dei terreni terziarî delle colline romane, per effetto della quale le acque di pioggia, e quelle di lontana provenienza che scaturiscono o scorrono fra il soprassuolo ed il sottosuolo, vengono trattenute lungamente negli strati inferiori del soprassuolo.

Di ambedue questi fatti capitali danno idea molto chiara le figure della tav. I. annessa alla presente Memoria, che io debbo alla gentilezza del cav. Angelo Vescovali capo dell'Ufficio tecnico municipale di Roma.

Il numero degli acquitrini che si formano alla base o sul pendio delle colline romane in conseguenza di queste condizioni idrografiche, e delle altre circostanze secondarie delle quali trattai lungamente nella precedente Memoria, è veramente enorme. In quella Memoria io cercai di darne una idea approssimativa, mediante la figura nella quale è rappresentata la pianta di un pezzo della campagna di Roma intorno a Galera (3). In quella pianta si veggono notati 45 acquitrini situati sulle colline, oltre ad estesi tratti di terreni acquitrinosi alla base delle colline medesime. La pianta venne rilevata nello scorso inverno che fu piovosissimo e, per procedere con ogni scrupolo, vi furono tracciati soltanto quegli acquitrini i quali potevano essere distinti con sicurezza dal terreno circostante così inzuppato d'acqua. Ma dopo cessate le piogge,

(1) Tommasi-Crudeli, *Della distribuzione delle acque nel sottosuolo dell'Agro romano* ecc. Atti della r. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Serie 3ª vol. III. p. 183.

(2) Di Tucci, *Dell'antico e presente stato della campagna di Roma, in rapporto alla salubrità dell'aria e alla fertilità del suolo.* Roma 1878, capo V.

(3) Tommasi-Crudeli, Memoria citata, tav. I.

ed in occasione di una visita accuratissima che il comm. Amenduni, capo della direzione speciale del Genio civile per le opere di bonificamento dell'Agro, volle fare di quelle stesse località nel maggio, il numero degli acquitrini (che allora spiccavano colle infiorazioni gialle dei loro ranuncoli in mezzo al terreno divenuto asciutto) fu trovato molto maggiore. Cosicchè il fenomeno che io voleva illustrare ha proporzioni molto maggiori di quelle che io gli aveva attribuite (1).

La esistenza di questo ingentissimo numero di acquitrini e di terreni acquitrinosi in tutta l'estensione dell'Agro romano propriamente detto, ha una grandissima importanza nella produzione della malaria romana; poichè, dovunque essi si trovano, l'umidità del suolo persiste anche nelle estati più calde ed asciutte. Sarebbe però un errore il credere che la produzione della malaria romana abbia luogo esclusivamente in queste parti acquitrinose del terreno. I germi produttori della malaria esistono anche in terreni di Roma e dell'Agro che non sono, e non furono mai, acquitrinosi; e degli esperimenti condotti con molto rigore hanno provato che l'azione diretta di questi terreni può produrre una grave infezione malarica (2). Generalmente si crede

(1) Non credo opportuno di ritornare qui sull'argomento dei cunicoli di drenaggio usati dagli antichi per la bonifica delle colline romane, dei quali ho parlato lungamente nella prima Memoria. I lavori di Di Tucci e di Lanciani hanno posta fuor di dubbio la destinazione di essi, ed ormai non è più lecito il confonderli nè colle ordinarie fogne di scarico, nè coi cunicoli destinati a condurre acque potabili. La differenza fra essi e questi ultimi si può studiare benissimo nella cava di pietra delle Due Case situata, a poca distanza di Roma, sulla via Flaminia (Mem. cit. tav. IV.). Ivi, vicino al cunicolo di drenaggio da me fatto espurgare, e del quale ho dato la pianta e le sezioni (Ibidem, pag. 193, respettiv., nella Memoria stampata a parte, pag. 13) si trova un altro cunicolo più ampio, che ha il suo piano inferiore inclinato verso l'interno della collina. Il piano e le pareti di questo cunicolo (destinato probabilmente a raccogliere le acque dell'*impluvium* di una villa che esisteva al di sopra della cava attuale) sono intonacati con *opus signinum*. I cunicoli di drenaggio scavati nel tufo appartengono invece al tipo da me illustrato (Ibidem tav. V. e pag. 193, respettiv. 13) ed hanno tutti il piano inferiore uniformemente inclinato nella direzione della valle sottostante.

Altre opere cunicolari si incontrano nella campagna romana, le quali non sembrano appartenere ad alcuno di questi tipi di gallerie, e che attendono ancora dagli archeologi la loro completa illustrazione. Non è inverosimile che alcune di esse, situate in vicinanza delle antiche città del Lazio e dell'Etruria, siano antiche opere di assedio, destinate o a penetrare nei luoghi forti, od a sottrarre l'acqua potabile alla guarnigione di essi. L'arte di scavare cunicoli, anche per grandi estensioni in lunghezza, rimonta in questo territorio ad epoche remotissime, e la meravigliosa opera dell'emissario del lago d'Albano, ci mostra a qual perfezione essa fosse giunta nel periodo dei Re. Non è improbabile che quest'arte fosse spesso impiegata durante i numerosi assedî della conquista romana o delle epoche anteriori, come Cesare l'adoperò più tardi onde privare dell'acqua potabile i difensori di Uxellodunum nei Cadurci (Puy d'Issolu. Dipartimento del Lot.). I cunicoli per mezzo dei quali egli giunse ad inaridire l'unica fonte rimasta agli assediati (*De bello gallico*. Liber VIII. XLI. e XLIII.) e determinò la resa della piazza, furono ritrovati da Napoleone III. (*Histoire de Jules César*. Vol. II.). Forse alcuni cunicoli della campagna di Roma appartengono alla medesima categoria di lavori.

(2) Klebs e Tommasi-Crudeli, *Studî sulla natura della malaria*. Cap. III., 3.° e 4.° gruppo di ricerche. Atti della r. Accademia dei Lincei, serie 3ª vol. IV.

Nella mia prima Memoria sull'Agro romano, io mi sono espresso a proposito dei numerosissimi acquitrini del territorio romano in un modo troppo assoluto, dando ad essi una importanza esclusiva nella produzione della malaria romana. Ivi ho detto a p. 185 (nella Memoria a parte a p. 5):

« L'aria dell'Agro romano e della città di Roma che si trova in mezzo ad esso è malsana perchè, indipendentemente dalle paludi Pontine e dagli stagni e terreni

che la produzione della malaria sia collegata alla putrefazione dei morti organismi, vegetabili ed animali, che ha luogo nelle paludi, negli stagni ecc. ecc.; ma ciò non è. Il fermento settico ed il fermento malarico sono due esseri distinti, i quali spesso coesistono nella medesima località, ma indipendentemente l'uno dall'altro. Infatti i fenomeni di putrefazione si possono manifestare in grandi proporzioni nei luoghi palustri, in alcune foreste vergini, nei maceratoi di canape e di lino ecc. ecc., senza che la produzione della malaria avvenga, *perchè manca la condizione essenziale di questa produzione, cioè la presenza dei germi del fermento malarico nel terreno di quelle località*. Dall'altro lato si è potuto provare sperimentalmente che lo sviluppo del fermento malarico può aver luogo, e raggiungere anche un altissimo grado, in circostanze nelle quali la putrefazione delle sostanze organiche contenute nel suolo è ridotta impossibile (1).

La influenza dell'impaludamento delle acque sulla produzione della malaria, in tutte le località nelle quali i terreni contengono il fermento malarico, si intende facilmente; perchè quei ristagni d'acqua servono a mantenere i terreni, anche durante le stagioni più calde, in quel grado di umidità che è necessario allo sviluppo del fermento specifico. È inoltre molto probabile che la putrefazione dei *detritus* organici che avviene nelle paludi ed in altri ristagni d'acqua, favorisca lo sviluppo del fermento malarico, perchè determina una continua concimazione del terreno seminato a malaria, ed offre così alle sporule del fermento morbigeno una gran quantità di alimenti facilmente assimilabili. Ed è molto verosimile che, nello stesso tempo, essa favorisca la diffusione del fermento nell'atmosfera soprastante al terreno infetto, mediante i gas di peso specifico inferiore a quello dell'aria che la putrefazione produce, i quali concorrono, insieme alle correnti d'aria ascendenti prodotte dalla differenza fra la

---

paludosi situati alla periferia di quest'Agro, esso contiene migliaia di piccole paludi che nessuna carta ha tracciate fin qui. È alla somma degli effetti prodotti da queste migliaia di focolai d'infezione che si deve la malaria romana ».

Questo linguaggio si risente di un resto di pregiudizi di scuola, che fermarono soverchiamente la mia attenzione sui luoghi nei quali si potevano verificare formazioni palustri. Gli studi ulteriori fatti in compagnia di Klebs e da solo, nel corso dei quali la esperienza pratica dei sig. Alessandro e Tito Piacentini mi è stata di preziosissimo aiuto, mi hanno condotto a riconoscere l'errore; ond'è che se adesso io dovessi fare un'altra edizione di quella prima Memoria, sostituirei al paragrafo ora citato il seguente:

« L'aria dell'agro romano e della città di Roma è malsana, perchè il suolo del territorio romano contiene in grandissima quantità i germi del fermento malarico, e perchè questi germi vi trovano, quasi dappertutto, condizioni favorevoli al loro sviluppo ed alla loro moltiplicazione. La principale di queste condizioni favorevoli consiste nella presenza di migliaia di acquitrini che nessuna carta ha tracciati sinora; i quali possono continuare a funzionare come focolai d'infezione anche quando, durante una estate molto calda ed asciutta, il terreno interposto ai medesimi si è prosciugato, e quindi non è più atto a produrre malaria ».

(1) Klebs e Tommasi-Crudeli, Memoria citata, cap. II. e cap. III. 4.° gruppo di ricerche. — Tommasi-Crudeli, *Il Bacillus malariae nelle terre di Selinunte e di Campobello*. Atti della r. Accademia dei Lincei. Transunti, serie 3ª vol. IV. pag. 111.

temperatura del suolo e quella degli strati inferiori dell'atmosfera, a sollevare in questa una grande quantità di germi malarici. Gli stessi fatti si verificano anche nello sviluppo e nella propagazione del fermento tifico, senza che perciò si possa crederlo un prodotto dei processi di putrefazione che han luogo nelle fogne, i quali non arrivano mai a generare una infezione tifica, se non quando i germi del fermento tifico (provenienti da ammalati di tifo addominale) hanno potuto mescolarsi alle materie che scorrono o ristagnano nelle fogne.

L' esperienza popolare ha da lungo tempo riconosciuto che la produzione della malaria non è necessariamente collegata alla presenza delle paludi, nè alle macerazioni della canape e del lino, nè alla mescolanza delle acque dolci colle marine. Gli operai che lavorano agli sterri per le fondazioni delle case e per opere stradali nella città di Roma, e gli inquilini delle case vicine a questi sterri, sanno, pur troppo a loro spese, come degli scavi non molto profondi praticati, anche sui più alti colli di Roma, in terreni che mai furono palustri, possono determinare delle infezioni malariche a forma perniciosa. In Toscana, nell' Umbria, nel Lazio, la produzione della malaria si verifica in moltissime località nelle quali non si viddero mai acque stagnanti, spesso situate ad altezze ragguardevoli, e lontanissime dai luoghi dove si incontrano paludi, stagni, o mescolanze delle acque dolci colle marine. La carta delle regioni di malaria dell'Italia centrale, tracciata dallo Stato maggiore austriaco, e che io qui riproduco (tav. II.) dimostra con ogni evidenza *come, in questa parte d' Italia, la estensione dei terreni malarici non palustri sia superiore a quella dei terreni nei quali la produzione della malaria è connessa alla formazione di paludi, od alla mescolanza delle acque dolci colle marine.* E ciò sebbene in questa carta non tutte le località malariche siano state notate, e vi manchino, fra le altre, alcuni gruppi di colline delle provincie di Pisa e di Siena, e dell'isola dell'Elba.

Ma questi responsi dell'esperienza secolare delle popolazioni e dei medici esercenti nelle regioni malariche, sono stati tenuti in non cale dalle scuole mediche. In alcune di esse, il pregiudizio fondamentale che la malaria sia un prodotto dei processi di putrefazione che si verificano nelle località palustri, ha generato altri pregiudizi relativi alla diffusione della malaria, che hanno influito ed influiscono tuttavia a ritardare i progressi di quel ramo di igiene pubblica che si riferisce a questo argomento. Infatti il pregiudizio fondamentale della origine esclusivamente palustre della malaria, impedendo di ammettere che le febbri malariche sviluppatesi in località non palustri siano dovute ad una produzione autoctona del fermento morbigeno, ha condotto necessariamente a spiegar la genesi di tali febbri mediante una importazione in massa della malaria formatasi nei luoghi paludosi. Quando tali luoghi si trovavano a non grande distanza la dottrina della importazione era di facile applicabilità; ma quando invece la distanza di essi dalle località dove dominano le febbri era molto grande, fu d'uopo ricorrere alle più strane ipotesi, onde coordinare al sistema preconcetto la genesi di tali infezioni.

In questi sforzi di immaginazione si distinse sopra di ogni altro il Lancisi, il quale, sebbene medico distintissimo, fuorviò interamente quando volle derivare la malaria di Roma e della sua campagna da remote origini. Al Lancisi si deve la dottrina secondo la quale la malaria romana vien portata dai venti meridionali, ai quali egli

proponeva di opporre una barriera formata da linee di boschi lungo la riva del mar Tirreno, poichè egli credeva che i boschi, *a guisa di crivello o di colatoio*, trattenessero la malaria portata da tali venti. Lancisi ha esposta diffusamente questa sua dottrina in due discorsi fatti per impedire alla casa Caetani il taglio delle selve di Cisterna e di Sermoneta (1): discorsi che sono un triste monumento delle aberrazioni alle quali un forte ingegno può venir trascinato, quando nella interpretazione dei fatti naturali prende a guida una idea preconcetta. Infatti in quei discorsi v'ha un tal cumulo di inesattezze storiche, di errori di meteorologia, e di errori di osservazione, che li rende inferiori a qualunque critica. Fin dal principio del secolo attuale un distinto osservatore, il Santarelli, combattè i più madornali fra questi errori del Lancisi; e quanto all'azione preservativa delle selve, dopo aver citati molti fatti che provavano il contrario, concludeva col dire: « La storia di molte regioni incolte di tutto il globo, « chiamate all'agricoltura, combatte una tale opinione e mostra che, prima del taglio « delle loro selve, esse erano per la insalubrità dell'aria inabitabili (2) ». Ma la grande autorità del nome di Lancisi (autorità meritata in altre parti della scienza medica, ma affatto immeritata in questo argomento) non poteva essere facilmente scossa da un osservatore modesto come il Santarelli, nè da medici ancor più modesti di lui, esercenti in provincia, e più al caso dei medici di città di veder lo stato reale delle cose. Quindi è avvenuto che, di generazione in generazione, gli errori accumulati dal Lancisi in quei due discorsi per giungere a costruire la sua fallace dottrina, sono stati accettati da alcune scuole mediche quali verità di fatto, e trasmessi come tali fino ai tempi nostri.

Ma ai tempi nostri l'applicazione rigorosa del metodo sperimentale a tutti i rami dello scibile, ha sostituito ai dogmi di scuola ed al culto delle autorità scientifiche la osservazione dei fatti, e questa ha distrutta la dottrina immaginata da Lancisi. Infatti, chiunque abbia qualche idea dell' altimetria della regione romana, non può più ammettere che i boschi littoranei possano preservarla dalla malaria portata dai venti di mezzodì, perchè l'elevazione della maggior parte di Roma e della sua campagna è molto superiore alle più alte cime degli alberi che compongono questi pretesi filtri tutelari. Adesso non v'ha più alcuno il quale possa credere, sul serio, che la malaria romana sia portata in questa regione dai venti affricani, perchè ogni uomo di senno è capace di dire a se stesso che, se ciò fosse, si dovrebbe avere uno scoppio di infezioni malariche a bordo delle navi che solcano il Mediterraneo, ogni qualvolta soffia lo scirocco; e che la città di Marsala, alla quale lo scirocco arriva direttamente dall'Affrica, dovrebbe essere inabitabile. Nessuno crede più nemmeno alla origine della malaria della città di Roma dalle emanazioni delle paludi Pontine, perchè uno sguardo gettato sopra una carta geografica basta a far riconoscere, che qualunque vento il quale dalle paludi soffi nella direzione di Roma, trova davanti a sè la grande barriera dei monti Laziali, che non permette ad alcuna di quelle emanazioni di arrivare nell'atmosfera della città. Quanto poi alla supposta azione tutelare dei boschi, lo studio

(1) Giovanni Maria Lancisi, *Due discorsi sul taglio delle selve di Cisterna e di Sermoneta*. Pubblicati per cura del prof. Francesco Scalzi. Roma, tip. di G. Via, 1877.

(2) Santarelli, *Ricerche intorno alla causa della febbre perniciosa dominante nello Stato romano*. Parte III. Osimo 1808.

accurato dei fatti ha dato pienamente ragione al vecchio Santarelli. La casa Caetani ha abbattuta interamente per l'appunto quella selva posta a mezzodì di Cisterna, il taglio della quale fu impedito da Lancisi nel 1714, nel concetto che essa tutelasse Cisterna dalla malaria portatale dai venti meridionali. L'effetto di questa operazione è stato precisamente l'opposto di quello che Lancisi supponeva: il miglioramento delle condizioni igieniche di Cisterna è stato così rapido, così evidente, che adesso non v'ha Cisternese, il quale non benedica le mani che abbatterono quella selva. Molti dei boschi rimasti sul nostro littorale contano fra i luoghi più pestiferi d'Italia, ed è facile persuadersene a Nettuno, dove le case poste sulla riva del mare e direttamente esposte ai venti meridionali sono salubri, mentre quelle situate più indietro e che prospettano i boschi limitrofi sono inabitabili. Oltre a ciò l'esperienza fatta in altri paesi, e sopratutto le vaste bonifiche ottenute in America per mezzo dei diboscamenti, hanno ormai posta fuor di dubbio questa verità: *che nei terreni i quali contengono il germe della malaria, lo sviluppo di essa è favorito dalla presenza dei boschi, poichè questi mantengono, anche nelle stagioni più calde, l'umidità necessaria a tale sviluppo* IN QUEGLI STRATI DEL SUOLO CHE SONO PIÙ ACCESSIBILI ALL'AZIONE DELL'OSSIGENO ATMOSFERICO.

Questa verità che la pratica agricola aveva già messa in chiaro, trova adesso la sua naturale spiegazione nelle caratteristiche biologiche dell'organismo parasitario che produce la infezione malarica, il quale non può svilupparsi senza la combinazione di una temperatura assai elevata, di un certo grado di umidità, e di una libera azione dell'ossigeno atmosferico (1). Quindi è a credere che presto vengano tolte dalla nostra legge forestale quelle disposizioni, colle quali si è voluto estendere il vincolo forestale alle pianure malariche; poichè queste disposizioni, sebbene appoggiate alla autorità del Lancisi, sono in aperta contradizione coi dettami della pratica e della scienza, ed offendono in pari grado la sana economia agricola e l'igiene pubblica.

Anche in Toscana, l'erronea opinione che fa credere la malaria un prodotto esclusivamente palustre, induce spesso a disconoscere la genesi di essa in alcuni terreni malarici lontani dalle paludi, ed a spiegar le infezioni che vi si manifestano col trasporto della malaria da grandi distanze. Per citarne un solo esempio fra molti, abbiamo nel versante orientale dell'isola d'Elba i colli di Rio Alto, di Castello e di Monserrato i quali, secondo le osservazioni del prof. Giorgio Roster, hanno struttura molto analoga a quella di alcune colline romane, e nei quali dominano le febbri. Ma invece di derivare queste febbri da una produzione autoctona della malaria, alcuni medici ritengono che esse siano dovute alla malaria delle paludi maremmane, e specialmente a quella formatasi nella palude dello Scarlino. Questa palude è situata a nord-est della località suddetta, e ne dista 30 chilometri in linea retta. In questo caso dunque si ammette, che l'azione morbigena non sia esercitata dai venti meridionali, come voleva Lancisi, bensì dai venti settentrionali, ed in special modo da quello di nord-est, il quale dovrebbe trascinar seco dal palude dello Scarlino la malaria, e portarla a 30 chilometri di distanza, in tale stato di concentrazione da determinare numerose

(2) Klebs e Tommasi-Crudeli, Memoria citata, cap. III. — Tommasi-Crudeli, *Il Bacillus malariae nelle terre di Selinunte e di Campobello.* Loco citato.

infezioni malariche. Ammessa questa spiegazione, non si capisce davvero perchè la gente che naviga o pesca nel tratto di mare intermedio, non debba prender la febbre ogni qualvolta soffia il Grecale; e molto meno si può capire perchè la gente di Rio Alto, di Castello e di Monserrato abbia a prender la febbre, anche nei giorni nei quali il Grecale non soffia.

Ma lasciando da parte queste e molte altre cose che riescono affatto inesplicabili, una volta ammessa la teoria secondo la quale i venti di uno o di altro quadrante possono portare a grandi distanze la malaria, in tale stato di concentrazione da produrre infezioni malariche nell'uomo, e limitandoci all'apprezzamento del valore della teoria stessa, troviamo che essa manca assolutamente di base. Essa fu creata per soddisfare alle esigenze di una dottrina erronea, quella cioè che la malaria sia un prodotto della putrefazione, e si trova in aperta contradizione coi fatti, come per lo più avviene delle teorie scientifiche immaginate per completare un sistema preconcetto. Se, spogliandosi di ogni pregiudizio di scuola, si studiano le leggi della diffusione della malaria nei luoghi malarici, invece che sui libri, e si fa tesoro della esperienza secolare dei popoli che vivono in tali luoghi, si trova: *che* L'AZIONE MORBIGENA *di un focolaio malarico cessa a non grande distanza dal medesimo.*

Infatti la zona morbigena dell'atmosfera soprastante ai terreni malarici non si estende in altezza se non tre o quattro metri. Ordinariamente, al di sopra di questo livello, l'aria dei luoghi malarici è innocua; sia perchè i germi del fermento malarico non sono spinti più in alto delle correnti ascendenti d'aria verticali; sia perchè, al di sopra di quei limiti, essi sono già così dispersi nell'atmosfera da non esser più in grado di generare una infezione malarica. Popoli diversissimi di razza e di civiltà, ed abitanti regioni molto diverse, hanno scoperto questo fatto e lo hanno messo a profitto. Nelle paludi Pontine, in Grecia, e nell'America meridionale, quando la gente si trova obbligata a passare le notti d'estate allo scoperto in luoghi di malaria, usa preservarsi dall'infezione dormendo su piattaforme di legno sostenute da pali lunghi quattro o cinque metri, oppure in amache attaccate agli alberi quanto più alto è possibile. Sembra che questo fatto fosse conosciuto anche dagli antichi Romani, e ciò possiamo desumere dalle singolarità di alcune loro costruzioni villiche. Augusto Castellani inviò alla esposizione di Vienna nel 1873 il modello di una antica casa colonica dell'Agro romano, molto vasta, della quale diede un'ampia illustrazione l'ing. Efisio Tocco di Cagliari, che non presentava alcuna apertura nelle sue mura esterne, fuorchè la porta. Le finestre della casa erano tutte aperte sul cortile interno; cosicchè, una volta chiusa la porta esterna, l'aria del cortile e degli ambienti interni non poteva essere attinta che dagli strati atmosferici superiori al livello del tetto. Qua e là, nell'Agro romano, si incontrano antiche costruzioni che in origine erano molto analoghe a questa illustrata da Castellani e da Tocco: sono delle case, le mura esterne delle quali non hanno altre aperture che la porta, e delle piccolissime finestre poste in vicinanza del tetto; cosicchè quando la porta della casa era chiusa, l'aria degli ambienti interni era fornita soltanto dagli strati atmosferici prossimi al tetto.

Le emanazioni di un focolaio malarico possono però esercitare un'azione morbigena anche ad altezze ragguardevoli, quando le alture sono connesse al focolaio per mezzo di pendii abbastanza dolci. In tal caso una successione di lente correnti ascensionali

oblique può condurre fin sull'altura un cumulo tale di germi malarici, da determinare le infezioni specifiche. Se invece le alture stanno a picco sui focolai malarici, di modo che i germi emanati da questi non possano pervenirvi se non per mezzo di correnti ascendenti verticali, essi, o non vi arrivano, o vi arrivano in quantità così piccola da non esser capaci di produrre infezioni malariche. Di questa differenza notevole abbiamo un bellissimo esempio, a poca distanza da Roma, offertoci da Sermoneta e da Norma; collocate ambedue sul versante meridionale dei monti Lepini lungo il lato nord-est delle paludi Pontine, ed esposte ambedue, senza riparo di sorta, all'azione dei venti meridionali, che vi giungono dopo esser passati sopra alle Paludi. Sermoneta è sopra un'altura unita al piano sottostante per mezzo di un declivio assai dolce: Norma è su un'altura che si erge a picco al di sopra di Ninfa. Sermoneta è un paese eminentemente malarico: Norma è salubre.

Questa attenuazione progressiva della potenza morbigena degli effluvi malarici nelle atmosfere tranquille, si può verificare anche nella trasmissione di questi effluvi in senso orizzontale. Entro la città di Roma, dove i focolai di produzione malarica sono irregolarmente distribuiti, si possono vedere molti esempi di ciò. Non solamente si incontrano in Roma dei quartieri salubri, i quali confinano immediatamente con quartieri dove dominano le febbri; ma spesse volte, entro lo stesso quartiere, si veggono dominare le febbri in alcuni luoghi che sono a breve distanza da altri, i quali, sebbene si trovino allo stesso livello, ne sono immuni. Secondo l'opinione popolare, la larghezza di una strada basterebbe talvolta a stabilire questa differenza: come per es. in via del Babuino, dove le case che sono dal lato del Pincio hanno riputazione di malsane, mentre quelle dell'altro lato della strada hanno riputazione di salubri. Questo fatto non è ancora provato da dati statistici rigorosi: ma è certo però che, durante i lavori dei nuovi quartieri sull'Esquilino, non di rado è avvenuto che nelle case vicine agli sterri fatti per fondazioni, o per opere stradali, si siano sviluppate delle febbri a forma perniciosa; mentre altre case situate nella medesima area, a poche diecine di metri di distanza dagli sterri, rimanevano salubri. Un fatto analogo si può osservare nella città di Girgenti in Sicilia (tav. III.). La città attuale di Girgenti occupa l'acropoli dell'antica Akragas o Agrigentum, ed è affatto immune da malaria. Ma lungo il lato occidentale dell'antica città (Polis) e precisamente dove il fiume Drago (antico Hypsas) corre parallelamente alle antiche mura, vi è un terribile focolaio di infezione malarica. È un focolaio di malaria famoso nell'antichità, perchè due volte gli agrigentini trovarono in esso un potente ausiliario, quando l'esercito cartaginese, e più tardi il romano, posero l'assedio alla città da questo lato. Le emanazioni di questo focolaio di infezione, estendendosi lungo il limite meridionale della città antica, arrivano fino al punto segnato *B* sulla carta (dove si trova la casa delle guardie archeologiche accanto al tempio di Giove Olimpico) in tanta quantità da rendere pericolosissima in estate la dimora in questa casa. Infatti, non solamente tutte le guardie che vi hanno vissuto in tempo d'estate sono state sempre colpite da febbri gravissime, ma lo sono state altresì molte persone, d'ogni condizione sociale, dopo avervi soltanto dormito durante alcune notti estive. Invece un'altra casetta dello Stato, situata sullo stesso ciglione che segna il limite meridionale della città antica, più ad oriente del fiume Drago, e precisamente nel punto segnato *A*, è salubre. I

contadini del luogo conoscevano da lungo tempo questa grande differenza nelle condizioni igieniche delle due case, e la indicarono nel 1874 ad un tale Antonino Rotelli, il quale passò tutta l'estate del 74 nella casa *A* insieme con tutta la sua famiglia, senza che alcuno risentisse danno di sorta; mentre tutti quei che lavoravano col Rotelli ai restauri del tempio detto della Concordia, e che dormivano nella casa *B*, furono colpiti da febbri, talune delle quali gravissime. Questo fatto importante mi venne comunicato dall'illustre prof. Antonio Salinas, ed in un mio recente viaggio a Girgenti ho potuto verificarne la esattezza.

Tutti questi fatti non hanno di che sorprendere, quando si rifletta che essi si verificano anche nella propagazione di alcune malattie contagiose. Quando un contagio è trasmissibile per mezzo dell'aria, il pericolo di prendere la infezione diminuisce a misura che ci si allontana dal focolaio che la genera, ogni qualvolta l'aria dell'ambiente dove questo focolaio si trova è posta in diretta comunicazione coll'aria esterna, e può lentamente rinnovarsi. In tali malattie contagiose il focolaio d'infezione non è costituito dal terreno, come per le malattie da malaria, ma dal corpo dell'uomo ammalato. Se una camera nella quale si trova un ammalato di vaiuolo, è tenuta colle finestre aperte o semi-aperte, di modo che l'aria dell'ambiente possa essere uniformemente rinnuovata, il pericolo dell'infezione non è uguale dappertutto. I germi del parasita vegetabile che produce il vaiuolo, i quali nidificando nelle parti superficiali della pelle producono le pustole vaiuolose, si sollevano in gran quantità dalla superficie del corpo dell'ammalato, e si accumulano negli strati d'aria che lo circondano da vicino. Un assistente che respira in questi strati d'aria prossimi al focolaio dell'infezione, introduce nei suoi polmoni una grande massa di tali germi; perchè ogni litro dell'aria che inspira ne contiene un numero assai grande, il quale può essere grandissimo se il letto dell'ammalato è improvvidamente chiuso da cortine, che impediscano il libero rinnovamento dell'aria intorno al focolaio morbigeno. Ma se invece questo assistente respira a qualche distanza dal letto egli corre un pericolo minore, perchè i germi del vaiuolo diffondendosi in altri strati dell'atmosfera si sono gradatamente allontanati l'uno dall'altro, cosicchè ogni litro dell'aria inspirata ne contiene un numero assai piccolo. Quando la camera è spaziosa, può avvenire che nelle parti periferiche di essa il pericolo sia nullo, in conseguenza di queste dispersioni progressive degli agenti malefici. Nella infezione malarica un tal fatto non si può sempre riconoscere, perchè ordinariamente il focolaio infettivo, invece di essere unico e ristretto come nel caso del vaiuoloso, è costituito da vaste estensioni di terreno nelle quali la malaria si produce dappertutto, o nelle quali i focolai di produzione malarica sono numerosi e molto ravvicinati fra loro. Quindi hanno un grandissimo interesse per questo studio i fatti che si possono tuttodì osservare in Roma, dove spesso, nel corso dei nuovi lavori, vengono improvvisati per mezzo degli sterri nuovi focolai malarici, in mezzo a quartieri abitualmente salubri. Ed il fatto riscontrato a Girgenti è pure molto importante, perchè ivi il focolaio d'infezione è molto limitato, cosicchè la estensione della sua azione morbigena nella direzione orizzontale può essere misurata con molta esattezza.

Se questa dispersione progressiva dei germi della malaria è già tanto grande nelle atmosfere tranquille, da toglier loro ogni efficacia morbigena a non grande distanza

dal luogo donde essi emanarono, è facile immaginare qual debba essere quando questi germi, invece di diffondersi gradatamente in un' aria calma, vengono trascinati via da un vento che soffia sul focolaio che li produce, e li mescola a sempre nuovi strati atmosferici per tratti di diecine o di centinaia di chilometri. Da ciò solo si può argomentare qual fondamento abbiano tutte le dottrine che ammettono una produzione di infezioni malariche, a grande distanza dai terreni produttori di malaria, per mezzo dei venti che passano su questi terreni. Tutto concorre a provare invece che: *quando le febbri di malaria si manifestano in una data località, ciò significa che, o nella località stessa, od a non grande distanza da essa, vi sono dei terreni che producono malaria.* L'essenziale si è di non lasciarsi indurre da idee preconcette a disconoscere la natura malefica di questi terreni, e di ricordarsi che quando nel suolo esistono già le sporule del fermento malarico, e la composizione chimica del suolo non è tale da impedire il loro sviluppo, le infezioni malariche possono prodursi, ogni qualvolta gli strati che contengono le sporule subiscono contemporaneamente l'azione dell'ossigeno atmosferico, di una elevata temperatura, e di un certo grado di umidità — senza che sia necessario l'intervento di impaludamenti d'acqua, nè di fermentazioni putride.

Io sono ben lontano però dal negare la possibilità che i venti i quali soffiano dai luoghi malarici nella direzione di terreni salubri, servano talvolta a convertire questi ultimi in terreni produttori di malaria. Una volta riconosciuto che l'agente specifico il quale produce le febbri malariche, è un vegetabile che può vivere e moltiplicarsi nelle più diverse latitudini, e che i germi di esso si sollevano in grandissima quantità nell'atmosfera soprastante ai terreni dove questo vegetabile prospera, è molto verosimile che tali germi, trasportati dai venti a grandi distanze e precipitati dalle piogge su terreni che prima non ne contenevano, possano attecchirvi, e convertirli in terreni malarici. Alcuni fatti osservati in Svezia da Bergmann rendono assai probabile che ciò sia avvenuto più volte. Un tale avvenimento non infirma in alcun modo quanto ho detto più sopra, perchè le infezioni malariche che possono svilupparsi nelle località nelle quali il seme della malaria è stato importato dai venti, ed ha potuto moltiplicarsi nel suolo, non sono malattie generate *direttamente* dai prodotti di focolai malarici lontani, bensì dai prodotti dei focolai d'infezione novellamente stabilitisi nelle località stesse, che inquinano le atmosfere locali nel modo e nella misura che conosciamo.

L'opera degli igienisti e degli amministratori pubblici deve quindi avere in mira un unico obiettivo: quello cioè di *estirpare i focolai malarici, modificando le condizioni del terreno in guisa tale da rendervi impossibile lo sviluppo, o meglio ancora la vita, dell'organismo infettante.*

Lo studio pratico delle regioni malariche, ed i recenti esperimenti scientifici, concordano nello stabilire: che lo sviluppo del fermento malarico contenuto nel terreno non può aver luogo, senza la combinazione dei tre fattori più volte nominati, cioè:

1. Una temperatura assai elevata;

2. L'accesso dell' aria fino a quegli strati del suolo che contengono i germi morbigeni;

3. Una persistente umidità di questi medesimi strati.

La eliminazione di uno di questi fattori basta a sospendere la produzione malefica.

Non è in nostro potere di eliminare il primo di questi fattori, se non nelle

esperienze di laboratorio. Ma spesso volte è possibile eliminare nella pratica agricola il terzo; e talvolta, nelle pianure, insieme col terzo possiamo eliminare il secondo, sotterrando per mezzo delle colmate quegli strati del suolo dove si trova il campo di produzione. Se non che la grande varietà di struttura e di giacitura dei terreni malarici, rende talvolta difficilissimo e quasi impossibile, sia per ragioni idrauliche, sia per ragioni economiche, il prosciugamento completo di essi, che è pure la più facile fra le opere di bonifica tentate sinora. Finchè si tratta di terreni malarici situati in pianura, si può sempre sperar di ottenere col tempo, colla perseveranza e con una accuratissima manutenzione delle opere idrauliche, una sistemazione perfetta delle acque del sotto suolo, e di sospendere con ciò la produzione della malaria; ma se si tratta di terreni malarici posti in giaciture elevate, come tanti lo sono nel continente e nelle isole italiane, e quando la struttura e le inclinazioni del sottosuolo su cui riposano sono quali le vediamo nelle colline che formano i cinque sesti dell'Agro romano propriamente detto, il problema diviene talmente arduo, da non potere affermare anticipatamente che la completa soluzione di esso sia possibile, coi mezzi economici e tecnici che possediamo attualmente.

Ma anche dove si può riuscire con qualche facilità ad ottenere la eliminazione di uno, od anco di due, dei fattori indispensabili allo sviluppo della malaria, la bonifica del terreno non è con ciò assicurata. L'organismo che costituisce il fermento malarico possiede una grande tenacità di vita: una temperatura molto bassa non l'uccide, come lo dimostra l'abbondante produzione della malaria in terre che per vari mesi dell'inverno sono state a temperature molto inferiori a zero; e, secondo alcune recenti esperienze del prof. Antonio Ceci di Camerino, questo vegetabile può svilupparsi benissimo nei liquidi di cultura, dopo che le terre che ne contengono i germi sono state mantenute per varie ore alla temperatura di 100° C. La vita potenziale di questi germi ha certamente una durata assai lunga, dappoichè non è raro di vedere in Roma avvenire uno scoppio improvviso di febbri, quando degli scavi mettono allo scoperto strati di terreno che erano sepolti da secoli a grande profondità; come, per tacere di altri esempi, avvenne nell'estate decorsa in seguito ai profondi scavi fatti alla Farnesina per la rettificazione del Tevere. Nè ciò può meravigliare quando si rifletta che, nelle medesime circostanze, avviene talvolta di vedere le terre estratte da una grande profondità ricoprirsi di una vegetazione di piante, che da grandissimo tempo erano scomparse dalla flora del paese, i semi delle quali (sebbene dotati di una organizzazione ben altrimenti complicata di quella degli schistomiceti) avevano conservata tutta la loro potenza germinativa durante la lunghissima inumazione. Può quindi avvenire, ed è avvenuto più volte, che dei terreni bonificati da lungo tempo ricomincino a produrre malaria, quando la sistemazione delle acque viene alterata da cattiva manutenzione delle opere idrauliche, o da inondazioni, o da una successione di annate molto piovose; ovvero quando dei nuovi lavori agricoli pongono in comunicazione diretta coll'atmosfera alcuni strati del suolo, che prima erano preservati dal contatto dell'aria. L'aratura di un terreno bonificato e tenuto a pascolo, può convertirlo improvvisamente in un potente focolaio d'infezione; come è avvenuto quest'anno nelle tenute di Valchetta e di Prima Porta, dopo che alcuni vasti terreni della valle del Cremera e della valle del Tevere (nei quali le acque sono state

perfettamente sistemate) furono per la prima volta arati, onde coltivarli a grano. Anche in America è stato osservato qualcosa di analogo, come rilevo da una lettera che ho ultimamente ricevuta dal dott. I. H. Salisbury di Cleveland-Ohio (quello stesso a cui si debbono i primi tentativi fatti per riconoscere la natura del fermento malarico), nella quale egli mi comunica alcuni interessanti risultati ottenuti da lui in fatto di bonifiche. Salisbury dice espressamente che: *coprendo il terreno malarico con un fitto prato, lo sviluppo della malaria può diminuire in modo da non determinare più malattie.* Questa azione preservatrice che un prato ben mantenuto può esercitare, almeno in una certa misura, si spiega facilmente; perchè le radici delle erbe formano colla terra degli strati più superficiali del suolo un feltro compatto, che difende dall'azione diretta dell'aria gli strati sottostanti, i quali, oltre ai germi malarici, contengono maggiore umidità dei superficiali. L'aratro, distruggendo questo feltro, ed esponendo nello stesso tempo all'azione dell'aria una gran massa del terreno sottostante, pone un numero infinito di germi morbigeni nelle condizioni più favorevoli al loro sviluppo ed alla loro moltiplicazione, e può quindi convertire ad un tratto un terreno che era salubre, o quasi, in un potente focolaio d'infezione.

Una bonifica vera e completa, cioè una tale modificazione del suolo che gli tolga per sempre la possibilità di produrre malaria, non si può dunque ottenere mediante la semplice eliminazione dell'umidità, o dell'azione dell'aria, o di ambedue questi fattori ad un tempo. Questa eliminazione, anche nei casi nei quali è riuscita perfettamente, non fa che sospendere la produzione della malaria, ma non uccide le sporule del fermento malarico, e nemmeno toglie loro la facoltà di germogliare e di moltiplicarsi (1), ancorchè sia riuscita a sospendere l'esercizio di questa facoltà per un tempo lunghissimo. Una bonifica in tal modo ottenuta può venir compromessa, appena una circostanza qualsiasi riproduce, in tutto od in parte, quelle condizioni favorevoli allo sviluppo della malaria che erano state, con tanto studio e con tanta spesa, eliminate.

Da tutto ciò risulta evidente che una vera e stabile bonifica non può essere ottenuta, se non eliminando dal terreno i germi stessi del fermento malarico, cioè: *modificando la composizione del suolo in guisa tale da rendere impossibile la vita, anche potenziale, di questi germi.*

È probabile, ma non è ancora provato, che questo scopo si possa raggiungere in alcuni terreni mediante la cultura intensiva di essi. Certo è però che la cultura non basta a raggiungere questo scopo in tutti i terreni; e ce lo mostra l'esempio della Val di Chiana dove alcune parti intieramente bonificate da mezzo secolo, ridotte perfettamente salubri e benissimo coltivate, sono ridivenute malariche quando la trascurata manutenzione delle opere idrauliche ha aumentata l'umidità del sottosuolo (2). Anche nel Lucchese e nel Pietrasantino alcuni terreni vicini al mare, bonificati sin dalla fine del secolo passato, e coltivati da quelle industriosissime popolazioni in modo da sembrare

(1) Pel modo col quale questa moltiplicazione avviene nell'interno delle terre, e si può rendersi ragione dell'aumento progressivo della produzione malarica anche in località interamente deserte, si veda la mia Nota intitolata: *Il Bacillus malariae nelle terre di Selinunte e di Campobello*, inserita nel volume IV. dei Transunti della r. Accademia dei Lincei a pag. 110.

(2) Linoli dott. Giuseppe, *Sulle cause che rendono endemiche le febbri miasmatiche nel Comune di Castiglione Fiorentino.* Memoria letta al Comitato medico di Arezzo il 10 luglio 1877.

giardini, sviluppano la malaria appena le opere idrauliche di bonifica cessano dal funzionare regolarmente. Siamo dunque ben lontani dall'avere nella cultura intensiva un rimedio di azione sicura, nè siamo in caso di poter dire in anticipazione, e senza ricorrere ad appositi esperimenti, in quali terreni questo rimedio possa riuscire efficace ed in quali no. Oltre a ciò è a notare che questo rimedio, anche là dove riesca efficace, è necessariamente di azione molto lenta; e siccome la cultura intensiva richiede la dimora stabile degli agricoltori sul suolo da coltivare, ci troviamo in un circolo vizioso, ogni qualvolta il terreno è di natura così malefica da rendere inabitabile una regione durante tre o quattro mesi dell'anno. Tanto più se si rifletta, che il primo atto di questa cultura intensiva, cioè lo sconvolgimento del terreno, aumenta come ho detto più sopra la intensità della produzione malarica.

Un ordine di ricerche il quale promette di avviarci alla scoperta di una *bonifica stabile*, è quello iniziato nel 1873 dai sigg. dott. Lanzi e Terrigi di Roma (1). Essi avevano fin d'allora concluso, da una serie di esperimenti, che la calce caustica ed i sali solubili di calcio impediscono la produzione della malaria. Più tardi applicarono estesamente un trattamento di calce caustica spenta nell'acqua agli sterri del Colosseo, e fu allora osservato che, fra gli operai addetti a quegli scavi, non si sviluppò mai alcun caso di febbre (2). Ne argomentarono che la calce caustica impediva lo sviluppo della malaria. Questa conclusione dei nostri colleghi romani si trova adesso avvalorata da alcune osservazioni, ancora inedite, di Salisbury. Egli mi scrive di aver potuto sopprimere la produzione delle infezioni malariche, trattando il suolo colla calce caustica, colle ceneri di legna, o con qualunque alcale solubile; ovvero mescolando al suolo malarico terre contenenti alcali solubili. Egli è riuscito ad ottenere tali bonifiche smuovendo ripetutamente il terreno, e facendogli subire ad ogni nuovo sconvolgimento questo trattamento alcalino.

I terreni bonificati da Salisbury erano di origine palustre e contenevano molti acidi organici, principalmente acido umico, crenico ed ipocrenico. È dubbio però se i bonificamenti così ottenuti siano dovuti, come vorrebbe Salisbury, al semplice fatto della neutralizzazione di tali acidi organici, e non piuttosto ad una azione diretta degli alcali sul fermento malarico. Imperocchè, mentre di tali acidi organici sono ricchi i fondi palustri, essi mancano invece nei terreni dove non avvengono decomposizioni putride di sostanze organiche; e per es. nessuno dei terreni della campagna romana, dei quali ha fatta l'analisi il prof. Fausto Sestini, presentò questa acidità. Interessa dunque, onde arrivare a trovare il fondamento scientifico di una bonifica permanente, che l'azione degli alcali, o di altre sostanze che si mostrino capaci di procurarla, venga direttamente sperimentata sull'organismo stesso del fermento malarico. Il prof. Antonio Ceci nell'Istituto patologico di Praga, ed il dott. Giuseppe Cuboni nell'Istituto botanico di Roma, hanno intraprese delle ricerche in questo senso, onde stabilire quali modificazioni del fondo di cultura valgano a togliere al Bacillo della malaria la facoltà di svilupparsi e di moltiplicarsi. Queste ricerche possono condurre a risultati molto importanti per l'igiene e per l'industria agricola. Infatti, ancorchè esse non riescano

(1) Atti dell'XI Congresso degli Scienziati italiani. Roma 1873.
(2) Atti della r. Accademia di medicina di Roma. Anno 1879.

a farci scoprire un mezzo sicuro e pratico, per sopprimere interamente ogni attitudine del suolo alla produzione alla malaria, è sperabile che conducano almeno a rivelarci il modo di diminuire la potenza morbigena del fermento malarico che in esso si produce.

Questa speranza si fonda sopra una recente scoperta di Pasteur, la quale ha aperto ai patologi un nuovo campo d'investigazione, che promette di riuscir fertilissimo(1). Il prof. Edoardo Perroncito di Torino trovò nel 1878, che la malattia d'infezione detta *colèra delle galline* è prodotta da uno schistomiceto, del quale egli diede una esatta descrizione. Pasteur, dopo aver provato, colla sua consueta abilità e felicità, la origine del colèra delle galline da questo parasita, ha trovato inoltre che questi spiega una potenza morbigena molto diversa, secondo le condizioni di vita nelle quali vien posto, prima di adoperarlo a produrre la infezione. Lo stesso organismo il quale, coltivato in una data guisa, produce un *colèra costantemente mortale*, produce invece, se coltivato con un'altro processo immaginato da Pasteur, un *colèra costantemente benigno*. Ciò dimostra come la gravità di una infezione di natura parasitaria possa variare, non solamente in ragione del grado della resistenza individuale, del numero dei germi morbigeni che han preso domicilio nell'organismo, e dello stadio di sviluppo che hanno raggiunto entro il medesimo; ma sopratutto *in ragione del grado di potenza morbigena che questi germi possono spiegare, secondo le condizioni di vita nelle quali furono posti, prima di essere chiamati ad esercitare la loro azione specifica sull'organismo dell'ospite.*

La pratica medica aveva da lungo tempo riconosciuto il fatto, del quale il lavoro di Pasteur ci offre adesso la spiegazione scientifica. Era noto che alcune malattie contagiose, per es. il vaiuolo e la sifilide, spiegavano, a parità di tutte le altre condizioni, una gravità diversa, secondochè il *virus* (che ora sappiamo esser in ambedue queste malattie costituite da un parasita vegetabile) proveniva da uno od altro ammalato: o, in altri termini, secondo la qualità del campo di cultura nel quale i germi del parasita si erano sviluppati e moltiplicati. Questa nozione era stata messa a profitto, e prima della scoperta del vaccino si usava preservarsi da una possibile infezione di vaiuolo grave, inoculandosi il *virus* proveniente da un ammalato di vaiuolo benigno. È naturale il supporre che, anche per la malaria, avvenga qualche cosa di simile, e che il fermento malarico possegga una potenza morbigena molto diversa, secondo la diversa composizione del suolo nel quale ha vegetato. Questa supposizione viene suggerita dal vedere spesso nelle carte delle regioni di malaria (per es. nella tav. II.) terreni malarici posti nella medesima latitudine, in uguali condizioni idrografiche, climatologiche e topografiche, e talvolta confinanti fra loro, dei quali alcuni generano febbri intermittenti non gravi, mentre altri generano febbri perniciose. Se gli studi necessari a completare la storia naturale del fermento malarico, conducessero alla scoperta di mezzi pratici atti a porre i secondi nelle condizioni dei primi, sarebbe già un gran beneficio che questi studi ci procurerebbero.

Alcune delle conquiste fatte dall'igiene e dalla medicina pratica in questi ultimi anni, dopo che venne riconosciuta la natura parasitaria di molte infezioni, fanno

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences Tome XC. pag. 239.

intravedere un'altra possibilità: quella di giungere, quando la storia naturale del parasita malarico sarà meglio studiata, a fare una specie di bonifica dell'organismo umano, cioè a porlo in condizioni tali che il parasita non possa nidificarvi. Le forze stesse della natura riescono molte volte a prevenire le infezioni parasitarie, con un regolare drenaggio dell'organismo che si fa per mezzo delle secrezioni, e specialmente per mezzo di quella renale; cosicchè i germi dei parasiti, comunque si siano introdotti nel corpo umano, ne vengono allontanati prima che abbiano trovata alcuna opportunità di trattenersi in qualche organo, e di formarvi delle colonie. I metodi di investigazione che possediamo sono già abbastanza perfezionati, da permetterci talvolta di sorprendere in atto questo drenaggio preservativo, nell'interno dei reni (1). Una dura esperienza ha insegnato da secoli alle popolazioni che vivono in luoghi nei quali domina taluna di queste infezioni, a mantenere la regolarità di questa continua eliminazione dei germi morbigeni, preservandosi con ogni cura dagli sbilanci di temperatura, e da tutto ciò che può perturbare la circolazione del sangue — talvolta attivando quest'ultima con un moderato uso degli alcoolici. Ma, pur troppo, questo drenaggio salutare non basta, in moltissimi casi, ad impedire il soffermamento dei germi morbigeni in qualche organo del corpo, e quindi la formazione di numerose colonie del parasita, alla quale succede la infezione specifica corrispondente. Si è perciò ricercato se fosse possibile saturare l'organismo umano con sostanze le quali, senza offendere l'economia generale del medesimo, modifichino la costituzione del sangue in guisa tale, da non permettere ai germi di una data infezione di svilupparsi e moltiplicarsi entro l'organismo. Sebbene questo genere di ricerche sia stato iniziato da poco tempo, i risultati che già se ne sono ottenuti relativamente ad alcune infezioni parasitarie, fanno legittimamente sperare di poterlo applicare utilmente ad altre infezioni della stessa categoria.

Non è chi non vegga che, se per mezzo di analoghe investigazioni si riuscisse a trovare una sostanza innocua e di poco valore commerciale, la quale riducesse l'organismo umano refrattario all'azione del fermento malarico, il grande problema economico-sociale che tanto pesa sulla vita italiana, sarebbe per metà risoluto. Un tal rimedio preventivo, somministrato quotidianamente durante la stagione calda agli abitanti dei luoghi malarici, renderebbe possibile la colonia agricola stabile anche nei terreni dove dominano le febbri perniciose, e permetterebbe di intraprendere e di proseguire senza interruzione, tutti quei lavori di bonifica agraria ed igienica che la scienza e l'arte possono suggerire. Lo studio scientifico della infezione malarica è appena in sul nascere, nè quindi possiamo sperare di raggiungere in breve tempo un tale obiettivo. Ma quando si rammentano le grandi conquiste fatte nell'ultimo decennio dall'igiene e dalla medicina pratica, per opera della patologia sperimentale, specialmente in fatto di infezioni parasitarie, non possiamo non nutrire la fiducia che questo scopo sarà conseguito.

(1) Ettore Marchiafava, Comunicazione fatta alla r. Accademia di Medicina di Roma nella seduta del 30 maggio 1880.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE.

Tavola I.

Due sezioni rilevate nel 1874 dall'Ufficio tecnico municipale di Roma, sotto la direzione del cav. Angelo Vescovali, le quali dimostrano schematicamente: la zona acquifera che si estende dalle sorgenti dell'acqua Vergine ai monti Laziali; ed il profilo della zona acquifera di Roma da Porta s. Lorenzo al Gianicolo, passando per il Pantheon.

Tavola II.

Carta delle regioni di malaria dell'Italia centrale, copiata dal foglio d'insieme della Carta topografica pubblicata dallo Stato maggiore austriaco.

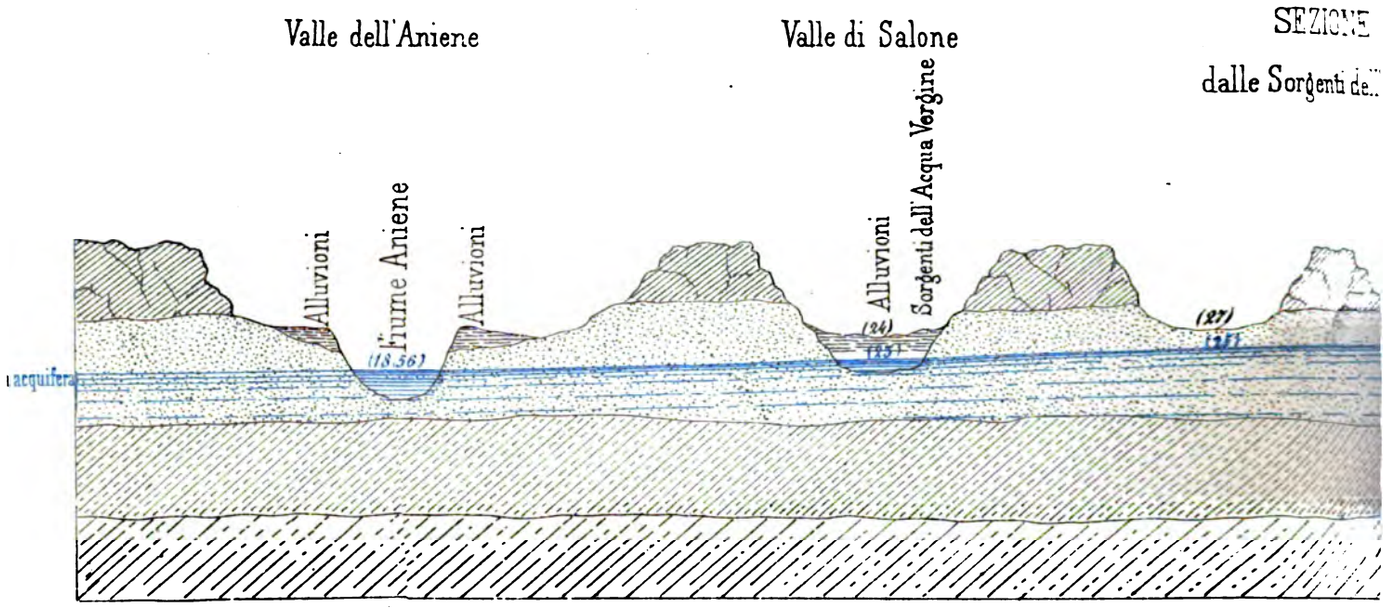
I tratteggi a linee trasversali rappresentano le località nelle quali l'aria venne migliorata: i tratteggi a linee verticali discoste, quelle nelle quali dominano febbri intermittenti benigne: i tratteggi a linee verticali fitte, quelle dove dominano febbri perniciose.

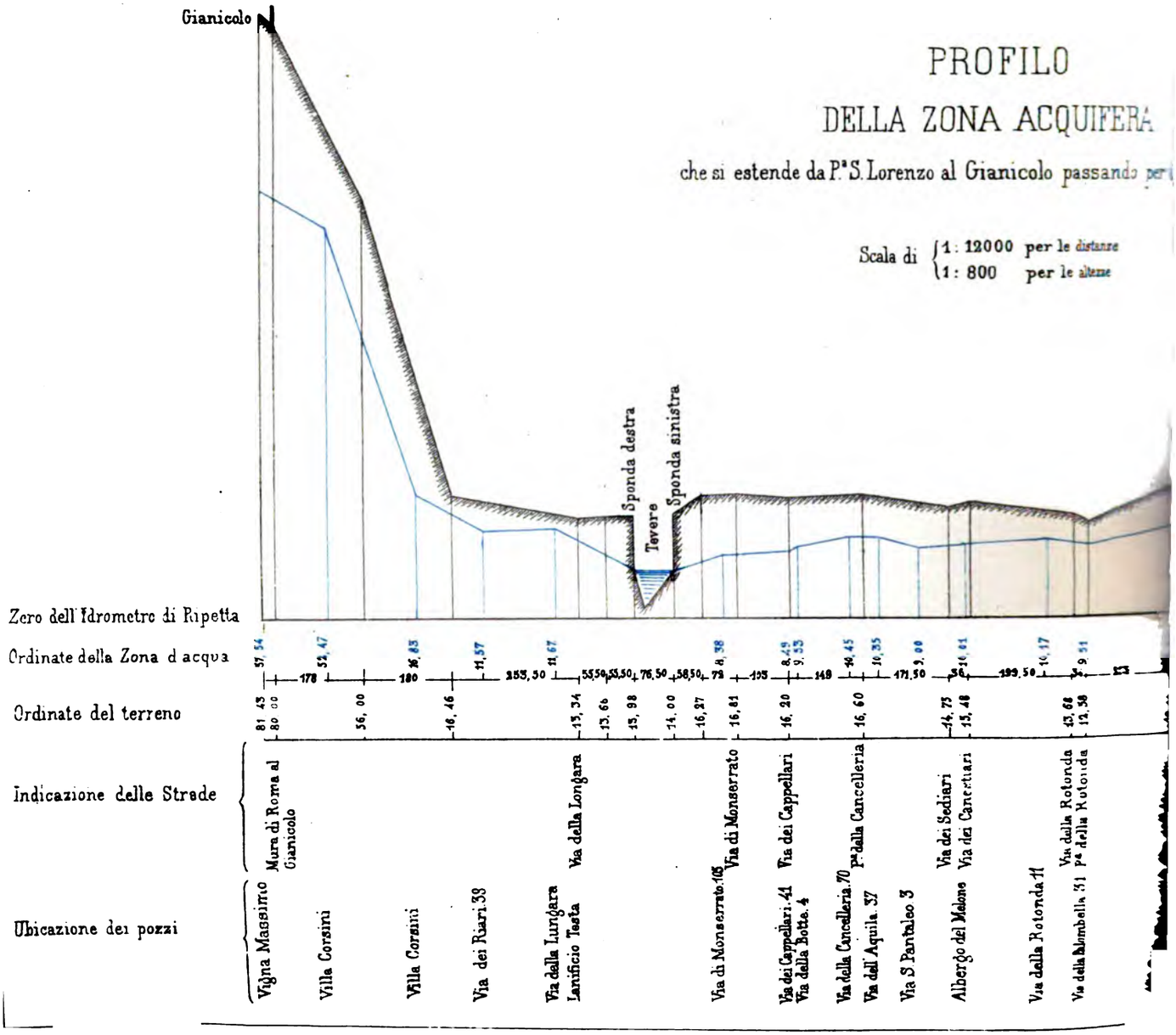
Tavola III.

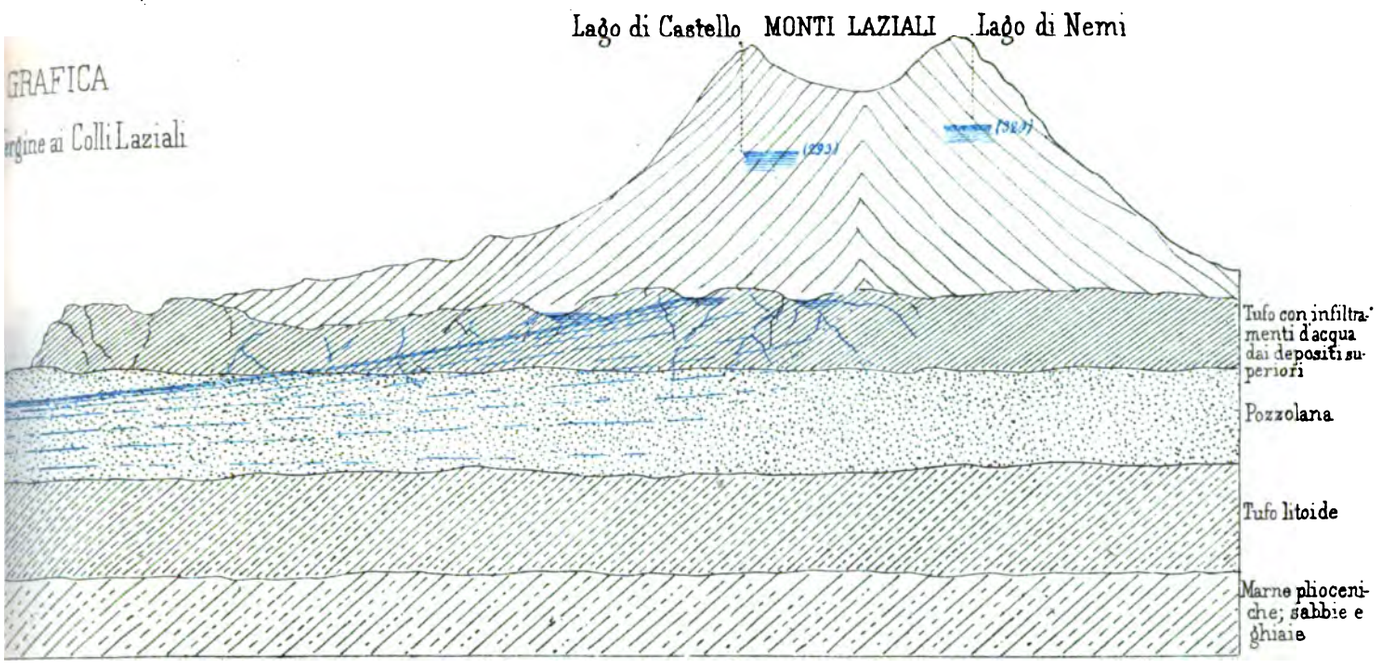
Carta della città di Girgenti e dei suoi dintorni, copiata dalla Carta pubblicata dall'Istituto militare topografico italiano.

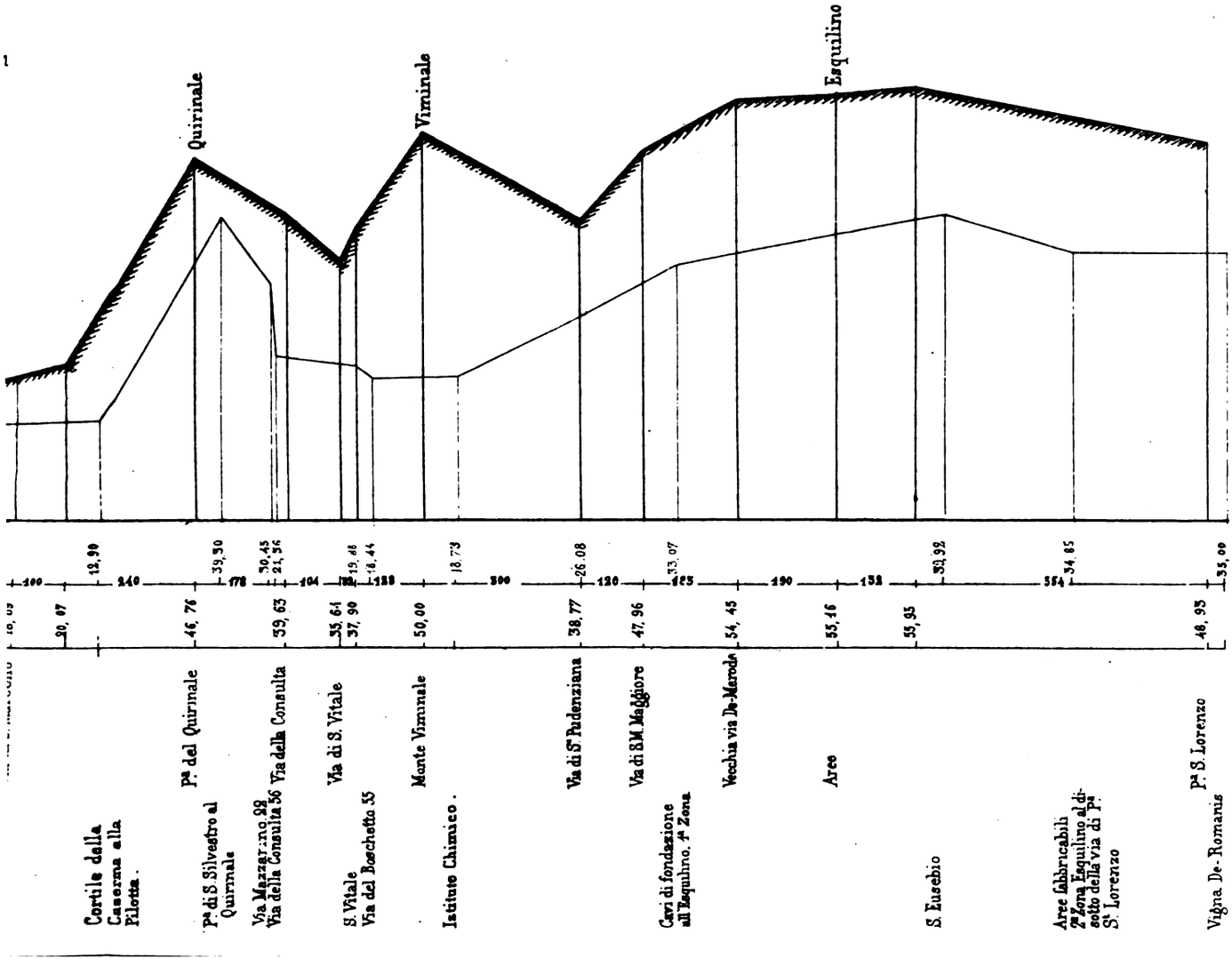
Il contorno rosso segna il limite della città antica — Acropolis (moderna Girgenti) e Polis — ed i limiti dell'antico Emporio.

La lettera B (in rosso), sul limite meridionale della Polis, segna il punto dove si trova la casa di guardia malsana, vicino al tempio di Giove Olimpico. La lettera A (in rosso), segna il punto dove si trova la casa salubre, vicino al tempio detto della Concordia.


Valle dell'Aniene
Valle di Salone
SEZIONE
dalle Sorgenti de...
Alluvioni
Fiume Aniene
Alluvioni
Alluvioni
Sorgenti dell'Acqua Vergine
acquifera
(18.36)
(24)
(27)


Gianicolo
PROFILO
DELLA ZONA ACQUIFERA
che si estende da P.ta S. Lorenzo al Gianicolo passando per
Scala di 1 : 12000 per le distanze
1 : 800 per le altezze
Sponda destra
Tevere
Sponda sinistra
Zero dell'Idrometro di Ripetta
Ordinate della Zona d acqua
Ordinate del terreno
Indicazione delle Strade
Ubicazione dei pozzi
Vigna Massimo
Villa Corsini
Villa Corsini
Via dei Riari 33
Via della Lungara
Lanificio Testa
Via della Lungara
Via di Monserrato 105
Via di Monserrato
Via dei Cappellari 41
Via dei Cappellari
Via della Botte 4
Via della Cancelleria 70
P.za della Cancelleria
Via dell'Aquila 37
Via S Pantaleo 3
Albergo del Melone
Via dei Sediari
Via dei Canestrari
Via della Rotonda 11
Via della Rotonda
Via della Rotonda
P.za della Rotonda
Via della Bimbella 31
Mura di Roma al Gianicolo


Lago di Castello
MONTI LAZIALI
Lago di Nemi
GRAFICA
rgine ai Colli Laziali
(293)
(318)
Tufo con infiltramenti d'acqua dai depositi superiori
Pozzolana
Tufo litoide
Marne plioceniche; sabbie e ghiaie


Quirinale
Viminale
Esquilino
Cortile della Caserma alla Pilotta.
P.a del Quirinale
P.a di S. Silvestro al Quirinale
Via Mazzarino 28
Via della Consulta 56
Via della Consulta
Via di S. Vitale
S. Vitale
Via del Boschetto 55
Monte Viminale
Istituto Chimico.
Via di S.a Pudenziana
Via di S.M. Maggiore
Cavi di fondazione all'Esquilino. 4.a Zona
Vecchia via De-Merode
Arco
S. Eusebio
Aree fabbricabili 2.a Zona Esquilino al di sotto della via di P.a S.t Lorenzo
P.a S. Lorenzo
Vigna De-Romanis

CARTA DELLE REGIONI DI MALARIA

DELL' ITALIA CENTRALE

secondo i rilievi dello Stato Maggiore austriaco

MEDITERRANEO
STATO PONTIFICIO
ROMA
Civitavecchia
Viterbo
Orvieto
Grosseto
Piombino
Porto Ferrajo
I. D'ELBA
I. Capraja
I. Pianosa
I. Formica
I. Giglio
I. Mte Cristo
Orbetello
Corneto
Tivoli
Frascati
Velletri
Albano
Ostia
Fiumicino
Palo
S. Severa
Terracina
Paludi Pontine
Frosinone
Ceprano
Pontecorvo
Benevento
Rieti
Terni
Narni
Spoleto
Foligno
Trevi
Todi
Perugia
Assisi
Camerino
Fermo
Ascoli
Offida
Ripatransone
Amandola
Norcia
Cascia
Visso
Subiaco
Palestrina
Valmontone
Segni
Cori
Sezze
Piperno
Ferentino
Montepulciano
Montalcino
Pienza
Chiusi
Bagnorea
Mte Fiascone
Bolsena
Acquapendente
Sovana
Tuscania
Ronciglione
Sutri
Monterotondo
Scala di 1 pollice per 16.000 tese di Vienna
0
1000
2000
3000
Regioni ove l'aria fu migliorata col mezzo di lavori idraulici
Regioni ove dominano febbri intermittenti
Regioni ove dominano febbri perniciose e mortali
Lit. Bruno e Salomone, Roma

TOMMASI CRUDELI

ACQUE NEL SOTTOSUOLO ROMANO

Stab^to Bruno e Salomone Roma

Gli strati a Congerie o la Formazione gessosa-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno.

Memoria del prof. G. CAPELLINI

letta nella seduta del 7 dicembre 1879.

Nella Memoria sulla *Formazione gessosa di Castellina marittima,* dopo aver confermato i rapporti della fauna salmastra delle marne gessose con quella degli *strati a Congerie* di Valacchia, di Crimea e dell'Austria-Ungheria e la grande somiglianza fra la flora fossile di Oeningen e quella delle *marne a Cypris* della Farsica e di Cerretello, dimostrai che la formazione gessosa con alabastro della valle del Marmolaio cronologicamente corrispondeva ai gessi del Tortonese e dell'Emilia e alla formazione gessosa-solfifera delle Romagne, delle Marche e dell'Emilia.

Dal 1874 in poi nuove investigazioni nei giacimenti già illustrati e la esplorazione accurata di tutta quanta la formazione gessosa della provincia di Pisa, mi hanno fornito ricca messe di fossili e mi hanno posto in grado di meglio precisarne la serie litologica, i rapporti stratigrafici, la grande estensione e la corrispondenza cronologica con le analoghe formazioni, non più soltanto nel mezzogiorno della Russia e nell'Austria-Ungheria, ma altresì in Francia, in Grecia, in Corsica ed in Algeria.

In Italia la fauna salmastra della valle del Marmolaio, non restò un fatto isolato; ma gli strati a Congerie furono riconosciuti in più luoghi della Toscana e in Calabria e appena pubblicati i fossili della formazione gessosa dei dintorni di Ancona (identici a quelli della Farsica) altre importanti scoperte furono fatte da un mio allievo, il sig Cardinali, nei dintorni di Pesaro e dal sig. barone Ippolito Cafici nel Vizzinese in Sicilia.

Sulla posizione stratigrafica delle marne gessoso-solfifere sotto le marne marine plioceniche, con trasgressione più o meno manifesta, e superiormente ai tripoli che in generale costituiscono la base di quella interessante formazione, forse non vi è più luogo a discutere. Ciò nonostante come da antica data fu quistione se Oeningen dovesse essere riferito al miocene superiore ovvero al pliocene inferiore e i pareri sono anche attualmente diversi; così la grande formazione gessoso-solfifera italiana equivalente della formazione lacustre di Oeningen e degli strati a Congerie considerati in complesso, mentre da taluni è riconosciuta come miocene superiore da altri si vorrebbe riferire al pliocene inferiore. Sebbene questi diversi apprezzamenti non modifichino per nulla il posto stratigrafico che si compete a così importante formazione; pure non è affatto indifferente che questa si ritenga come l'ultimo termine del miocene o come l'aurora del pliocene.

Trattandosi di divisioni sistematiche di gruppi i quali, come questo degli strati a Congerie in Italia, offrono uno speciale interesse anche dal lato dei ricchi materiali che alimentano industrie svariate, molti e diversi sono i criterî da tenere in conto per collegare fra loro le diverse formazioni. Per incoraggiare quindi nuove ricerche, per agevolare lo studio della fauna e della flora della formazione gessoso-solfifera in tutta quanta la penisola e in Sicilia, credo conveniente di diffondere, per quanto è possibile, le osservazioni che via via si fanno sui rapporti stratigrafici e illustrare i fossili raccolti con ogni maggior diligenza.

Con questo intendimento, sebbene mi fossi proposto di far conoscere dapprima quanto si riferisce al miocene marino ed in particolare al piano Sarmatiano dei monti livornesi e del Volterrano e poscia esporre i risultamenti delle mie lunghe e penose ricerche sopra gli strati a Congerie, ho pensato di non dovere indugiare maggiormente a far noti i nuovi studi stratigrafici e paleontologici della formazione gessoso-solfifera della provincia di Pisa.

Sviluppo della formazione gessoso-solfifera nelle valli della Fine, della Cecina, e dell'Era.

La formazione gessoso-solfifera equivalente degli strati a Congerie è assai sviluppata in Toscana; però gli studi dei quali sto per render conto sono limitati alla regione che è compresa nella mia Carta geologica dei monti di Livorno, di Castellina marittima e di una parte del Volterrano della quale si sta preparando la pubblicazione nella scala da 1 a 100,000.

Prendendo le mosse dai dintorni di Livorno e precisamente da Limone e da Uliveto, troviamo la formazione gessoso-solfifera in rapporto con le sorgenti che alimentano i bagnetti di Uliveto; ivi fin dal 1860 nelle marne intercalate coi gessi ritrovai e raccolsi pesci e insetti fossili che in antecedenza vi erano stati scoperti dal marchese Carlo Strozzi. Nella collezione del fu sig. Caterini di Livorno ebbi pure occasione di ammirare qualche interessante esemplare dello zolfo proveniente dal medesimo giacimento segnalato del resto da quasi tutti coloro che si sono occupati di mineralogia toscana. Dei molluschi fossili caratteristici degli strati superiori della formazione gessosa raccolti non molto lungi da Uliveto, lungo la strada vecchia di Limone, farò cenno fra poco; dirò frattanto che la formazione stessa si continua al nord e verso oriente attorno alla falda settentrionale del monte Corbolone, passando per Bocca di gesso e valle Ranzi; poscia lungo tutto il lato orientale dei monti livornesi formando una zona abbastanza regolare la quale si ritrova a Cordecimo, Filicaia, Pietreto, fra s. Martino, Colle alto e le due Parrane.

Attraversando il torrente Morra presso l'osteria del Crocino, la formazione gessosa offre speciale interesse dal punto di vista stratigrafico e paleontologico e verso mezzogiorno passa sotto il casino di Colognole, la villa Tordo, il podere Pane e Vino, le Porcarecce, il casino Cubbe, Lodolaia, San Pierino; attraversa la strada vecchia di Rosignano che sale dal ponte della Giunca e termina presso il ponte dell'Acquabuona. Presso l'Acquabuona la valle della Fine si restringe notevolmente, il fiume sotto Rosignano serpeggia fra masse di gabbro e riceve il Marmolaio che

ha sua origine fra monte Vasino, Pomaia e Castellina marittima. Nella valle del Marmolaio la formazione gessosa è notevolmente sviluppata ed offre speciale interesse per il gesso saccaroide candido, conosciuto col nome di alabastro, del quale vi hanno numerose cave principalmente nella parte centrale della valle sotto Castellina.

Sulla riva destra del Marmolaio la formazione gessosa verso sud-ovest arriva fino alla stazione della strada ferrata e si raccorda con i gessi di Acquabuona; dal lato di nord-est arriva fino a Pomaia, poscia si perde sotto le marne plioceniche le quali poggiano direttamente sui conglomerati serpentinosi che fasciano la base della massa di gabbro e roccie affini di monte Vasino.

Da Pastina verso s. Luce e Gello Mattacino, fino sotto Parlascio, fra le marne decisamente plioceniche e il terreno dell'alberese o galestro, che costituisce i monti di s. Luce, Chianni e Colle Montanino vi ha una zona ricca di gesso in gruppi di cristalli come si osserva a Specchiaiuola, Lodolaia e in molti altri luoghi nella provincia di Pisa e come si può vedere nei dintorni di s. Quirico in val d'Orcia. La formazione gessoso-solfifera qui si presenta con caratteri meno spiccati e i gessi invece di essere accompagnati da una fauna francamente salmastra, si trovano in marne povere di fossili e in ogni caso marine, almeno per quanto finora è occorso di osservare. Noterò che presso S. Quirico i fossili sono limonitizzati come i piccoli cardii degli strati a Congerie della Farsica, di Pane e Vino, del Tordo e di tante altre località; sicchè questa zona di marne marine con gessi rappresenta indubitatamente la continuazione della formazione gessoso-solfifera lungo il lato destro della valle della Fine.

I gessi sono sviluppatissimi fra Santo al Poggio e Gesseta sulla riva sinistra del Marmolaio, presso la Farsica, ove affiorano gli strati più recenti intercalati da marne piene zeppe di avanzi organici vegetali ed animali, offrono speciale interesse tanto pei rapporti stratigrafici quanto pei fossili.

Dalla Farsica si può seguire la continuazione della formazione gessosa sul lato occidentale dei monti del Terriccio, attraversando la Pescera e il botro del Gonnellino, passando presso il mulino a vento e terminando verso il fosso dell'Acquerta. Fra il Marmolaio e il botro del Gonnellino a mezzogiorno del monte di Rosignano la formazione gessosa-solfifera della Farsica riappare nel poggio del Pipistrello formando un piccolo sinclinale in gran parte occupato dalle marne marine plioceniche.

La formazione gessoso-solfifera della grande vallata della Fine con la sua porzione più meridionale passa nella valle della Cecina, ove si sviluppa straordinariamente. Sulla riva sinistra i gessi e le marne gessose, accompagnate da mollasse ofiolitiche, si trovano presso il confluente della Sterza nel botro dell'acqua salata, nel botro della Sassa, nel botro del Rio, nel botro di Lupicaia, verso la Camminata e il Poderone nella fattoria di Querceto ove sono pure importanti sorgenti salate. Nella valle del Ritasso sotto monte Rufoli in questa formazione trovansi le ligniti del Poder nuovo.

Nella valle della Trossa e del Racquese merita speciale attenzione la località di Fonte Bagni ove un tempo furono importanti e numerose escavazioni di minerale di zolfo intorno alle quali il Targioni ci ha trasmesso accurate notizie.

Accennerò appena i piccoli lembi di questa formazione presso Segarelli sulla sinistra della Possera. Discendendo la valle della Cecina da San Ottaviano sotto

Pomarance fino al torrente Cortolla non molto distante da ponte Ginori, la formazione gessoso-solfifera si trova sviluppatissima sulle due rive del fiume e numerose sorgenti di acqua salata in rapporto con amigdale di salgemma che fanno parte della formazione stessa e che furono in parte attraversate con pozzi artesiani alimentano le rinomate saline di Volterra. Le Moie vecchie ove si raccoglie la maggior quantità delle acque che alimentano lo stabilimento delle reali Saline sono sulla riva destra della valle di Cecina lungo il botro Scornellino.

Sulla riva destra della valle di Cecina merita pure di essere ricordato un interessante lembo della formazione gessosa il quale dal podere il Lepre al nord di Casaglia si avanza verso Fonte Intanata e di là passa a Colombaine verso Pian del Pero fra i torrenti Lopia e Lupicaia che vanno verso Cecina.

Della formazione gessoso-solfifera dalla quale provengono i veri alabastri macchiati dei dintorni di Volterra un piccolissimo lembo figura nei dintorni di Ulignano ed è precisamente quello che costituisce la porzione più settentrionale dei gessi di Specchiaiuola, e di essa mi basta far cenno perchè non specialmente analizzata in questi miei studi, dovendosi considerare in rapporto più intimo con la formazione gessoso-solfifera della regione Senese.

Ritornando alle Saline e dirigendosi verso Montecatini si trova che la formazione gessoso-solfifera di val di Cecina si continua in val d'Era, passando sotto Montecatini stesso immediatamente a contatto con la *Montecatinite* o trachite micacea.

Verso nord-est, sempre sulla sinistra della val d'Era, la formazione gessoso-solfifera offre particolare interesse presso Torri ove si trova in rapporto col Sarmatiano e fornisce alabastri saccaroidi con tinta leggermente rosea da qualche tempo cavati dal proprietario sig. avv. Mori. Fra il torrente Ragone e il torrente Foscecchia la zona degli strati a Congerie si dilata passando sotto Orciatico, dirigendosi verso monte Auto; passando per il podere del Casino a ponente di Laiatico entra nella valle della Sterza di Laiatico. Sulla sponda sinistra di questa vallata gli strati a Congerie offrono un interesse paleontologico tutto particolare e lasciano dubitare se non sia perfino da riferire al Sarmatiano una parte di quella formazione d' acqua salmastra in alto e di acqua dolce inferiormente, della quale fanno parte le ligniti di Revellino, Strido e San Cerbone fra i monti di Miemo e quelli di monte Vaso.

Verso nord-est la formazione gessoso-solfifera si ricongiunge con quella della valle della Fine, passando per Chianni e di là per Fichino ai bagni di Casciana e a mezzogiorno di Parlascio.

Rapporti stratigrafici dei più importanti lembi fossiliferi.

Accennata la grande estensione della formazione gessoso-solfifera o strati a Congerie nella provincia di Pisa, passerò ad analizzare più particolarmente taluni lembi di essa i quali offrono speciale interesse per l'apprezzamento delle diverse forme litologiche e dei rapporti stratigrafici, ma sopratutto pei fossili. Seguendo anche per questo presso a poco l' ordine col quale venni rapidamente tracciando dove e come si sviluppava la interessante formazione salmastra, ricorderò anzitutto ciò che si può vedere presso i bagni di Uliveto o della Puzzolente presso Livorno.

Le mie prime notizie sui gessi dei dintorni di Livorno, sono dell'ottobre 1860; mi occupai allora di constatare a Limone la esistenza di piante, pesci e insetti fossili nelle marne intercalate coi gessi in grossi strati troncati verso sud-ovest, e inclinati di circa 30° in direzione opposta. Osservai che le marne fossilifere stavano al disotto di uno strato di gesso di circa due metri di potenza, le marne presentavano nella sezione che allora era visibile circa quattro metri di grossezza nella porzione contrale, le filliti si trovavano di preferenza in alto, mentre i *Lebias* e le larve di *Libellula* erano piuttosto abbondanti verso la base. Le marne riposavano sopra altro strato di gesso del quale non era possibile di determinare la grossezza e vi scorsi tali rapporti coi gessi con alabastro di Castellina che accennai perfino la corrispondenza delle marne fossilifere intercalate con quelle che stanno immediatamente sotto il gesso panchina nel poggio della Maestà e ricoprono le masse gessose con sferoidi alabastrine (').

In seguito a nuove ricerche nel 1875 verificai che al nord del podere dell'Uliveto nelle marne superiori ai gessi abbondavano i seguenti fossili: *Melania curvicosta* Desh., var. cfr. *M. Letockae* Fuchs; *Melanopsis Bonellii* Sism., cfr. *M. Matheroni* Mayer; *Neritina* sp., cfr. *N. mutinensis* d'Ancona; *Paludestrina* (*Hydrobia*) *Escoffieriae* Tourn.; frutti di *Chara*.

Queste marne sono ricoperte da altre marne con pteropodi ed altri fossili marini in parte convertiti in limonite e superiormente passano alle argille turchine, con *Pecten Comitatus* ed altri fossili del pliocene inferiore (orizzonte di Tabiano secondo Mayer), le quali lungo il botro della valle grande presso il Purgatorio del condotto e altrove sono utilizzate per farne tegoli e mattoni. Nei gessi di Limone e dell'Uliveto abbiamo quindi: piante, pesci e insetti fossili, nelle marne intercalate con la porzione mediana della formazione e molluschi nelle marne superiori, i quali, mentre ci offrono modo di collegare la formazione stessa con Castellina marittima e con Oeningen, ci permettono altresì di scorgere stretti rapporti fra questi gessi e gli strati a Congerie di Aleria in Corsica e del mezzogiorno della Francia, la formazione gessoso-solfifera dell'Emilia e delle Romagne e quella della Sicilia.

Le argille turchine con *Pecten Comitatus* sovrapposte alla formazione gessosa, presentando una fauna non soltanto decisamente marina ma che accenna a mare abbastanza profondo, è facile di capire che questo passaggio da depositi lacustri a depositi marini non poteva effettuarsi senza movimenti del suolo che avessero turbato le condizioni sotto l'influenza delle quali si erano costituiti i depositi gessoso-solfiferi con faune locali palustri e salmastre.

Intorno alla base sulla quale riposano i gessi poco si ricava dallo studio dei dintorni di Livorno, solo può notarsi che si appoggiano direttamente contro il terreno dell'alberese e contro i gabbri.

Per ora nulla di ben interessante ho da fare osservare lungo la zona che dai dintorni di Livorno arriva fino alle Parrane, ove nel luogo detto Lecceta, presso il ponte del condotto dell' acqua del cisternone di Livorno, meritano di essere studiati i rapporti stratigrafici della formazione gessosa con gli strati superiori del calcare delle

(') Capellini, *Notizie geologiche e paleontologiche sui gessi di Castellina marittima*. Nuovo cimento, Pisa 1860.

Parrane i quali risultano quasi esclusivamente da tronchi di *Porites* ammonticchiati che hanno meritato alla roccia il nome di spugnone e corrispondono assai bene agli strati superiori del calcare di Rosignano.

Fra Parrana nuova e Colognole, lungo le rive del torrente Morra, una importante e completa sezione dei terreni terziarî recenti permette di studiare strato per strato tutta la serie della formazione gessoso-solfifera, presentandone nel modo il più chiaro possibile i rapporti in alto con le marne plioceniche caratterizzate dal *Pecten Comitatus* e in basso con calcari a briozoi e nullipore che spettano al Sarmatiano e passano al calcare di Leitha il quale riposa direttamente sul calcare alberese.

Fino dallo scorso anno mi diedi premura di render conto delle scoperte fatte nella porzione superiore della formazione gessosa presso il Crocino e sotto Colognole e riferii quella parte della sezione che offriva particolare interesse per i cardii e le congerie, col guscio ben conservato, che in copia si trovano nelle marne intercalate coi gessi. Tornato in seguito espressamente per fare nuove ricerche e completare lo studio della sezione che aveva dichiarato di importanza eccezionale, non solo per il geologo ma eziandio per il paleontologo, ecco quanto sono oggi in grado di riferire in proposito.

Il torrente Morra, traendo le sue origini dal Poggio dei Mulini, dopo aver percorso un buon tratto da nord-ovest verso sud-est, descrive un'ansa entro la quale si raccolgono le prime sorgenti che alimentano l'acquedotto livornese e contro il lato settentrionale del monte Maggiore si piega verso nord-est, lasciando sulla sua riva destra il poggio di Colognole. Dalle origini fino sotto Colognole il torrente attraversa il terreno dell'alberese, ivi però trova un'ampia lacerazione del terreno terziario recente e l'attraversa scavando il suo letto nella formazione stessa quasi normalmente alla direzione degli strati, offrendo così una bellissima e completa sezione la quale termina presso l'osteria del Crocino ove il torrente piega verso nord correndo in direzione degli strati verso nord-est lungo la via Emilia, rasentando le marne plioceniche. La sezione lungo il torrente Morra della quale ho fatto un disegno in grande scala che ho creduto conveniente di compendiare nella qui unita figura, presenta la seguente serie stratigrafica dall'alto in basso.

Fig. 1.

Sezione lungo la riva destra del torrente Morra.

1. Argilla turchina plastica caratterizzata dalla frequenza del *Pecten Comitatus* Font. e dall'*Ostrea cochlear*, var. *navicularis* Br.; altri avanzi di molluschi scarseggiano come in generale nelle argille plioceniche inferiori. Questa argilla marina presenta traccie di stratificazione e gli strati sono rialzati circa quindici gradi verso occidente, ossia verso la linea di affioramento.

2. A immediato contatto con la formazione pliocenica marina si trova sottostante la formazione gessoso-solfifera caratterizzata dalla fauna salmastra degli strati a Congerie. Gli strati più giovani della serie, quelli che rappresentano le marne della Farsica a piccoli cardii e congerie con straterelli di gesso, sebbene già stati descritti gioverà che siano qui ricordati rapidamente come parte notevole del gruppo n. 2; e sono:

a) Marna spesso rimaneggiata con l'argilla pliocenica marina, distinta da questa per i cardii e le congerie che la caratterizzano.

b) Gesso grummoso e fibroso in straterelli commisti con molta marna.

c) Marna con cardii e congerie.

d) Gesso carnicino spugnoso e fibroso con piccole concentrazioni di gesso saccaroide.

e) Marna coi soliti cardii e congerie, attraversata da filoncini e vene di gesso fibroso.

f) Amigdale di gesso alabastrino di circa tre metri di grossezza analogo a quello dei dintorni di Querceto, Volterra e monte Catini.

g) Gesso grigio con sottili straterelli alabastrini fra i quali vi sono strati fibrosi. Alla base vi sono piccoli noccioli di gesso saccaroide o alabastro.

h) Marna rossastra che per movimenti meccanici ai quali andò soggetta presenta frattura scagliosa; è attraversata da gesso sanguigno e vi abbondano i cardii e le congerie, vi hanno piccole Hydrobie e crostacei entomostracei (*cypris*)?

i) Gesso in lastre sottili, irregolari, grosse appena un centimetro, intercalate in uno strato di marna di un metro e mezzo di grossezza. Questo strato che io sospettava essere il più profondo che si potesse scorgere nella valle della Morra, invece costituisce soltanto uno dei termini del gruppo più recente della formazione e si completa in basso con una marna biancastra con limonite. Tutti questi strati di gesso e marna formano un complesso di circa 25 metri di potenza e con leggera trasgressione riposano sopra una marna grossolana ricchissima di pirite in parte decomposta, in parte non alterata e ben cristallizzata.

3. Questo strato marnoso caratterizzato dalla pirite ha circa un metro di grossezza e inferiormente passa ad una mollassa grigia con letti di ciottolini ofiolitici e calcarei, alternanti con straterelli marnosi; quindi vi hanno nuovi strati di gesso fibroso e ferruginoso (gesso carnicino) con una potenza complessiva di circa m. 3,0. Sono questi strati di gesso che si sviluppano notevolmente dal lato di mezzogiorno a sinistra della strada che sale a Colognole.

Con questi gessi sono pure intercalate marne con cardii e congerie, e vi hanno altresì Pisidii e Paludestrine o Hydrobie, alla base si trovano marne con abbondanti detriti vegetali carbonizzati e letti limonitici nei quali abbondano le *Melanopsis*, le *Hydrobie*, i *Pisidii*, le *Congerie*, col guscio ben conservato. Sono queste marne che ho segnalato altra volta lungo la strada che va dal Crocino a Colognole, accennando

fin d'allora che si trattava della continuazione della sezione studiata in parte lungo la Morra. Tenendo conto della piccola inclinazione ritengo che la potenza di questo complesso di strati si possa valutare a circa metri 30.

4. Fanno seguito in serie discendente marne compatte, straterelli di sabbie grigiastre e mollasse caratterizzate dall'abbondanza delle paludestrine. Gli straterelli di sabbia talvolta hanno appena dieci centimetri di grossezza, ma ve ne hanno perfino di centimetri ottanta. Nella mollassa si notano noccioli e frammenti irregolari di marna compatta stati trascinati a far parte di quel deposito meccanico e vi abbondano pure i detriti di vegetali terrestri carbonizzati.

5. Sotto la mollassa vi hanno marne indurate fogliettate, con impronte vegetali. Queste marne hanno circa 3 metri di potenza e riposano sopra marne che contengono amigdale gessose alabastrine le quali costituiscono la porzione superiore di un grande strato o amigdala gessosa con una complessiva potenza di circa m. 40. Questa massa gessosa, che è la più profonda, presenta i caratteri di taluni gessi alabastrini che nel Volterrano sono indicati col nome di agata e bardiglio, e al pari di essi potrebbe essere utilizzata per oggetti di scultura.

6. Tutto questo complesso di marne, sabbie, mollasse e gessi alternanti, costituisce la formazione gessosa propriamente detta e riposa sopra altre marne turchine ricche di pirite e di limonite e con copiosi avanzi di vegetali carbonizzati. Nella massa argillosa si notano amigdale di sabbie e ciottolini ofiolitici che presentano alterazioni le quali meritano particolare attenzione. Verso la base della massa marnosa gli elementi ofiolitici diventano tanto copiosi da costituire veri straterelli e amigdale intercalate, di venti e trenta centimetri di grossezza. Questo secondo complesso che si continua per circa 60 metri lungo il letto del fiume si può ritenere che abbia una potenza reale non inferiore a m. 40.

7. Sotto le marne con amigdale di ciottolini ofiolitici vi hanno marne nodulose che alternano con marne fogliettate; quindi straterelli di marne compatte indurate che alternano con altre marne fogliettate e ricordano in parte quell'insieme di roccie che si riscontra nella sezione del Gabbro sotto casa Nardi da me descritta fino dal 1874 e della quale fanno parte i tripoli con pesci, insetti, molluschi di acqua dolce e salmastra, filliti ecc. Questo gruppo ha una potenza di circa m. 100.

8. Segue una marna sabbiosa compatta con *Tapes gregaria*, *Venus islandicoides*, *Ostrea digitalina*, *Arca turonica*, *Lucina* ecc., nella quale facilmente si riconosce il corrispondente delle marne sabbiose di Scaforno e della Pineta di Paltratico; potenza circa m. 4.

9. Uno strato di calcare durissimo a nullipore e briozoi e con frammenti di conchiglie forma la base della marna sabbiosa. Questo strato ha una grossezza di 0,50 e si salda inferiormente con una puddinga a elementi calcarei e ofiolitici della potenza di altri cinquanta centimetri. La puddinga ricopre e compenetra uno strato a *Porites* e *Cellepora* identico a quello che si osserva a Rosignano porzione superiore e a Scaforno; vi si notano frammisti molti avanzi di molluschi e in totale si ha una potenza di circa m. 3. Superiormente a questo complesso vi hanno numerose sorgenti di acque limpide.

10. Il calcare a coralli, briozoi ecc., ricopre marne molto ferruginose che

cementano amigdale di conglomerati nei quali prevalgono elementi ftanitici e diasprini. Nel contatto di queste marne con il calcare soprastante filtrano acque ferruginose; le marne e i conglomerati in complesso hanno una potenza approssimativa di m. 40.

11. Un calcare durissimo con *Porites* ricorda il calcare di Castelnuovo e parte di quello delle Parrane di cui verosimilmente non è altro che la continuazione; questo calcare corrisponde di faccia al mulino che si trova sulla sinistra della Morra ed ha una potenza di circa m. 5.

12. Sotto questo secondo orizzonte di calcare a *Porites* vi ha un'alternanza di strati di marne grigiastre, marne ferruginose, straterelli di calcare a *Porites* e *Cellepora* (forse parte del calcare di Colognole) e conglomerati ferruginosi; questo complesso si continua per alcune diecine di metri, e lungo il fiume termina precisamente di faccia alla casetta che si trova sulla sponda sinistra, e riposa trasgressivamente sul calcare alberese, come si verifica per i conglomerati delle vicinanze di Paltratico. In questi conglomerati della base i fossili mancano quasi completamente; gli strati di calcare alberese che stanno inferiormente si presentano allineati esattamente in direzione nord-sud. Appena trenta metri in amonte il fiume fa un piccolo salto di circa sei metri.

Io ritengo questa sezione come la più importante e la più completa che si possa fare attraverso gli strati miocenici dei monti livornesi e finora non conosco altra località ove si possano bene studiare i rapporti stratigrafici dei diversi gruppi fossiliferi che, con diverso sviluppo e talvolta slegati e sconnessi, presentano così interessanti giacimenti fossiliferi in diversi punti della catena dei monti livornesi.

Uno studio anche più minuzioso di questa sezione potrà risolvere ogni dubbio intorno al posto che occupano i tripoli e farà meglio conoscere in quali circostanze e sotto quali influenze si costituirono i terreni corrispondenti al calcare di Leitha e al Sarmatiano del bacino di Vienna, la formazione gessoso-solfifera e le più antiche marne plioceniche con *Pecten Comitatus*, *Ostrea cochlear* e numerosi resti di cetacei e pesci fossili che hanno riscontro soltanto nella ricca fauna del terreno terziario recente dei dintorni di Anversa.

Dopo la classica località dei dintorni di Colognole sono da considerare complessivamente gli strati a Congerie fossiliferi che emergono presso la villa Tordo, Pane e Vino, casino Cubbe e Lodolaia.

Pane e Vino, e Lodolaia sono già noti perchè ivi constatai per la prima volta, nei monti livornesi, la esistenza della fauna salmastra caratteristica della formazione gessosa; per conseguenza dal 1874 in poi il podere Pane e Vino è stato visitato da parecchi geologi italiani e stranieri, e sebbene ivi sieno rari i piccoli cardii limonitizzati, pure ognuno ha potuto persuadersi della perfetta corrispondenza delle marne sabbiose con limonite di quella località con le marne a Congerie e piccoli cardii limonitizzati della Farsica.

A Pane e Vino fra le marne marine plioceniche e le marne sabbiose con limonite e cristalli di gesso con fauna salmastra, vi hanno sabbie compatte giallognole che ricordano le mollasse superiori della formazione gessosa dei dintorni di Ancona; inferiormente poi alle marne con piccoli cardii, lungo il Rio Ginestro sono visibili le marne con le larve di *Libellula* e i *Lebias* che, presso Castellina marittima, si

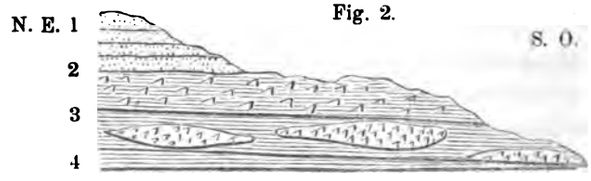
trovano nelle marne intercalate coi gessi con alabastro delle cave della Maestà. Nella porzione inferiore le marne del Rio Ginestro sono fogliettate e quando sono ancora impregnate di acqua il loro colore è turchiniccio, mentre la stessa roccia ove fu sconvolta ed essicata presenta una tinta biancastra e si distingue anche per la maggiore durezza.

Al podere Tordo sulla sinistra della strada che sale al Gabbro gli strati a Congerie si presentano come a Pane e Vino e i fossili sono pure convertiti in limonite; è però da notare che mentre a Pane e Vino i piccoli cardii sono rari, nei dintorni della villa Tordo sono abbondantissimi, sicchè questo giacimento ricorda anche meglio il giacimento della valle del Marmolaio ove dal 1860 in poi furono raccolte molte migliaia di esemplari, taluni dei quali perfettamente conservati. Anche a Lodolaia si trovano a un dipresso i medesimi fossili che si hanno al Tordo e a Pane e Vino, accompagnati da grandi cristalli di gesso aggruppati e isolati, e soltanto meritano di essere ricordati taluni esemplari rimarchevoli per le dimensioni, i quali però non offrono più nulla di straordinario dopo quanto ho recentemente scoperto nella valle della Pescera, come or ora farò conoscere.

Particolare attenzione meritano invece i dintorni del casino Cubbe a levante di Paltratico e le Porcarecce sulla destra della Sanguigna. In entrambi i luoghi in una sabbia marnosa giallastra che ricopre marne zeppe di piccoli cristalli di gesso, le quali fanno parte di una serie di strati marnosi gessosi che si possono studiare nel podere Cubbe alle Porcarecce, vi hanno taluni dei fossili del casino di Colognole in quantità veramente straordinaria col guscio perfettamente conservato e associati con taluni cardii che per ora non ho trovati nella valle della Morra e neppure al podere Tordo e a Pane e Vino.

Alle Porcarecce, lungo un botro che si trova a circa 90 metri sul livello del mare e con direzione da nord-est a sud-ovest va al botro Rialdo, si può vedere la seguente sezione, fig. 2, la quale mette in evidenza i rapporti degli strati a Congerie del casino Cubbe e del casino di Colognole, con le marne gessose con le larve di *Libellula*, con *Lebias* e numerose filliti corrispondenti a quelle delle marne a *Cypris* della valle del Marmolaio.

Fig. 2.



Sezione di una parte degli strati a Congerie nel botro fra la Sanguigna e il Rialdo presso le Porcarecce.

1. Sabbie marnose giallastre con *Melanopsis Bonellii* Sism., *Neritina mutinensis* d'Anc., *Paludestrina* (*Hydrobia*) *Escoffierae* Tourn.; *Pisidium priscum* Eichw., ed altri fossili del casino sotto Colognole e delle sabbie marnose e serpentinose della sezione lungo il torrente Morra.

2. Marne compatte fogliettate zeppe di piccoli cristalli di gesso le quali ricordano alcune marne più compatte e meno gessose della valle del Marmolaio ove incontransi larve di Libellula e crostacei. Anche alle Porcarecce le larve di Libellula sono abbondantissime.

3. Porzione mediana delle marne gessose con voluminose amigdale di gesso cristallizzato grossolanamente.

4. Porzione inferiore delle marne gessose compatte fogliettate con *Lebias* e filliti come a Cerretello e nelle marne intercalate coi gessi delle cave di alabastro della Maestà.

Questa serie mentre in basso deve far passaggio al Sarmatiano per mezzo di strati più decisamente salmastri, in alto dovrebbe essere ricoperta dagli strati a Congerie superiori come nella sezione della Morra, ciò che finora non mi è riescito di trovare, mentre sembra che le marne plioceniche abbiano interamente ricoperto gli affioramenti della porzione più giovane della formazione salmastra, come in parte ho verificato anche sulla riva destra della Morra.

Sebbene verso Paltratico non siano troppo chiari i rapporti della porzione inferiore della formazione gessosa con i depositi da riferirsi al Sarmatiano, a quanto ho già annunziato nella Memoria dello scorso anno (1), oggi credo interessante di aggiungere la scoperta di molluschi terrestri e di acqua dolce nelle argille variegate che presso la villa Lobin, sono intercalate fra le mollasse e i conglomerati e sono utilizzate per laterizi. Bellissimi esemplari dell'*Helix umbilicalis* Desh. (*H. Colonjoni* Mich.), dell'*Helix Chaixii* Mich., e delle grandi paludine trovate in quelle argille mi lasciano dubitare della loro corrispondenza col piano delle sabbie e marne con ligniti del mezzogiorno della Francia. Giova notare che nelle argille di Paltratico delle quali mi riservo di parlare più diffusamente trattando del piano sarmatiano, vi hanno pure traccie di lignite e recentemente negli strati immediatamente superiori alle argille ho raccolto avanzi di granchi che mi riservo di confrontare con quelli che si trovano in copia nel calcare superiore Sarmatiano delle Parrane e con la *Pseudotelphusa* della valle del Marmolaio.

Verso mezzogiorno a Scaforno sotto gli strati a Congerie e sotto a marne che forse rappresentano i tripoli del Gabbro ho già segnalato altra volta il Sarmatiano tipico rappresentato da marne a cerizi (*Cerithium pictum*; *C. rubiginosum*) con pleurotome, cardii, piccole paludine, foraminifere, crostacei entomostraci ecc., intercalate fra strati con fauna più decisamente marina e sottoposti a un deposito litorale Sarmatiano analogo a quello di Trakones. Anche queste marne sarmatiane contengono cristalli di gesso, per cui la sola presenza di questo minerale non basta per distinguere ciò che spetta esclusivamente agli strati a Congerie. Lungo la via che dal ponte della Giunca conduce a Rosignano, passando per i Colli, ho potuto verificare che in basso a circa 25 metri sul mare vi hanno le marne fogliettate compatte inferiori ai gessi le quali, anche senza essere tripoli, sono però da ritenersi come il loro vero corrispondente.

(1) Capellini, *Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei monti livornesi.* Atti della r. Accad. dei Lincei. Serie 3ª vol. II.° Roma 1878.

Salendo si passa dagli strati più antichi verso i più recenti e a 50 metri sul mare la strada taglia i gessi in corrispondenza del secondo ponte che si attraversa dopo avere lasciato la via Emilia. Masse di gesso ancora più importanti s'incontrano dopo aver salito altri 20 metri, ossia a metri 70 sul mare, e quelle masse, costituite da grossi cristalli a ferro di lancia, ricordano il gesso panchina superiore delle cave della valle del Marmolaio e i gessi di Gaibola, monte Donato e altre località nel Bolognese.

La formazione gessoso-solfifera descrive un piccolo sinclinale, e perciò continuando a salire si passa nuovamente dagli strati più recenti ai più antichi.

A 120 metri sul mare sulla sinistra della strada vi hanno bellissime cave del *calcare di Rosignano* zeppo di fossili: *Rissoe, Serpule, Donax lucida* ecc.; alcuni strati sono compatti e ricordano il calcare Sarmatiano con cerizi che io pure ebbi occasione di studiare a *Kobanya* presso Budapest, altri strati invece sono quasi in totalità costituiti da fossili e quindi molto spugnosi e friabili. Queste cave sono presso un podere detto i Colli, da non confondersi con altro podere dello stesso nome che invece si trova un poco più in alto a destra della strada sopra marne biancastre fogliettate, le quali stratigraficamente ritengo che debbano rappresentare i tripoli, sebbene fino ad ora non mi sia potuto render conto dei loro caratteri paleontologici.

Abbandonando ora la valle della Fine ed entrando in quella del Marmolaio riepilogherò in breve quanto ebbi già occasione di descrivere in altro lavoro. Nella sezione da Castellina alla Fine passando per la Farsica e il poggio del Pipistrello resi conto della serie stratigrafica e dei fossili della formazione gessoso-solfifera e ne feci conoscere i rapporti superiormente con le argille plioceniche, e in basso con il calcare a Cellepore, i banchi della piccola *Ostrea cochlear* e i conglomerati calcareo-ofiolitici di S. al Poggio e S. Giovanni. Tutta la formazione gessosa fu distinta in due gruppi: gessi inferiori con sferoidi alabastrine in grandi masse intercalate con marne fogliettate nelle quali si trovano larve di Libellula e pesci fossili (*Lebias*), e gessi superiori in sottili straterelli spesso di color carnicino o decisamente rosso-sanguigni associati a marne più o meno indurate con grani di limonite, selce concrezionata e ricca fauna salmastra costituita in gran parte di piccoli cardii e congerie (*C. simplex*). Fra i due gruppi gessosi così ben caratterizzati per il loro modo di essere e per i fossili, distinsi un terzo gruppo mediano quasi interamente formato di marne fetide giallastre (le marne a *Cypris*) con straordinaria quantità di piccoli crostacei entomostraci, granchi di acqua dolce del genere *Pseudotelphusa*, molluschi dei generi *Hydrobia*, *Melanopsis*, *Neritina* e numerosi avanzi di piante palustri e terrestri.

Quando mi decisi a pubblicare i risultamenti delle ricerche fatte dal 1860 al 1874, dichiarai d'essermi persuaso che avrei potuto tornare a spigolare con non poco profitto nel vasto campo in cui aveva mietuto per tanti anni; nè le mie previsioni andarono fallite. Tornando nello scorso anno alla Farsica per cercare nuovi fossili nelle argille plioceniche marine al contatto con le marne a Congerie e piccoli cardii, passai nel torrente Pescera sperando che le acque avessero preparato qualche nuova interessante sezione degli strati a Congerie; e nelle vicinanze del Conventaccio delle Badie, potei

infatti studiare la seguente sezione, fig. 3, e raccolsi nuovi fossili che valgono ad accrescere la già ricca fauna degli strati a Congerie della valle del Marmolaio.

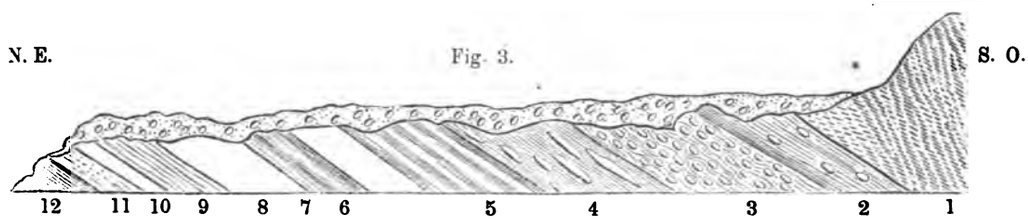


Fig. 3.

Sezione lungo il lato sinistro della Pescera.

Sezione lungo la riva sinistra della Pescera.

1. Argilla turchina pliocenica con avanzi di cetacei, pesci, molluschi, come nella valle della Fine a Collina, Lecciaglia, San Murino.

2. Marna con gesso fibroso e radi noccioli di gesso saccaroide m. 3,00.

3. Marna turchina compatta nodulosa m. 6,00.

4. Marna con masse di gesso saccaroide e con pirite m. 5,00.

5. Marna biancastra attraversata in più direzioni da filoncini di gesso carnicino e con masse botrioidi di gesso saccaroide o alabastrino 4,00. La marna inferiormente è fogliettata.

6. Strato gessoso con sottili lastre di gesso fibroso disposto a rose, come alla Morra m. 2,00.

7. Marna variegata con gesso sanguigno (come quello del casino sotto Colognole) verso la base dello strato m. 2,00.

8. Importante massa di gesso grigio stratificato con concentrazioni di gesso saccaroide candido; nella porzione superiore assume un aspetto grossolanamente pisolitico m. 3,00.

9. Marna variegata con apparente fogliettatura, come si incontra nella formazione gessoso-solfifera delle Romagne m. 1,50.

10. Gesso in apparenza stratificato e con la porzione superiore fibrosa e disposta a rose m. 0,50.

11. Marna grigia chiara con impronte e modelli di Congerie e cardii, fra i quali il *C. squamulosum* di grandi dimensioni, identico a quello di Crimea e finora non trovato in altri giacimenti analoghi in Italia m. 1,30.

12. Marna compatta indurata a lastre m. 2,00.

L'alluvione recente la quale in alto ricopre con discordanza gli strati troncati della sezione ora descritta, innalzandosi il letto del torrente nasconde sulla riva sinistra gli affioramenti degli strati che inferiormente fanno seguito alle marne ultime citate. Sulla riva destra, invece, è facile di rendersi conto delle masse gessose aventi rapporto con quelle di Gessetta e delle cave della Maestà, e si può anche vedere come l'intera serie gessosa ricopra immediatamente uno di quei calcari grossolani marnosi che portano il nome di panchina, costituito quasi per intero di modelli di

fossili i quali in complesso sono da riferirsi al Sarmatiano. Questa panchina che ebbi occasione di ricordare anche nel precedente lavoro sui gessi di Castellina marittima (1), è associata a conglomerati calcareo-ofiolitici che hanno rapporto con quelli di S. al Poggio e S. Giovanni.

Risalendo il corso della Pescera fino al luogo detto il Buchicchio, sotto S. al Poggio, si possono vedere i gessi che riposano sopra strati costituiti per intero da gusci di *Ostrea cochlear*, in parte cementati dal gesso istesso, e che ritengo essere i rappresentanti della porzione la più profonda della formazione. Al Buchicchio ho trovato altresì le conchiglie litofaghe, che vissero poco prima che cominciasse la formazione gessosa, ancora incluse nei fori cavati nel calcare alberese, ed ho trovato un calcare pieno di piccole *Rissoe* e di *Serpule*, come il calcare superiore di Rosignano che già ho accennato doversi esso pure considerare come Sarmatiano, aderente alla massa di gabbro che sopporta la serie marina di S. al Poggio e arriva in basso fino alla Pescera.

Sebbene finora non abbia fatto speciali ricerche in quella parte della formazione gessoso-solfifera che si estende nella valle principale di Cerina e si interna nelle valli secondarie della medesima, pure accennerò brevemente quanto vi ha di più interessante a notare.

Nella vallecola del Ritasso al Poder nuovo sotto Monte Rufoli a m. 200 sul livello del mare le argille turchine plioceniche coi soliti fossili: *Pecten Comitatus*, *Ostrea cochlear*, var. *navicularis* ecc., ricoprono in grandissima parte un deposito di acqua dolce con ligniti. Le ligniti costituiscono due strati principali separati da marne carboniose con fossili di acqua dolce e superiormente vi sono argille sabbiose con detriti vegetali, caratterizzate dalla presenza di piccoli Planorbi, *Hydrobia*, fusticini e frutti di *Chara*, che in parte ricordano alcune delle mollasse intercalate coi gessi nella sezione della Morra, in parte ricordano le marne con Planorbi, opercoli di Paludine, Congerie e avanzi di *Chara* che si trovano in strati più decisamente sarmatiani in val di Cecina, in val d'Era e in val d'Elsa.

Fra le ordinarie argille turchine plioceniche e le marne sabbiose carboniose lacustri ora citate vi ha uno schisto bituminoso marnoso con *Cypris* attraversato da vene di una marna con glauconia, ciottoli ofiolitici e calcarei e fossili marini, la quale sta superiormente. Questa marna ricorda le marne glauconifere superiori ai gessi della val di Savena, forse corrisponde alla marna indurata con glauconia, modelli di cardii e altre conchiglie salmastre ecc. trovata a Casteani sopra la lignite e al di sotto delle marne con i fossili caratteristici degli strati a Congerie.

Per ora non è possibile di decidere se, anche queste marne glauconifere e cloritiche con fauna marino-salmastra si debbano ritenere con la grande formazione gessoso-solfifera fra gli strati a Congerie, ovvero se siano già da riferire al piano sarmatiano del quale fanno parte parecchi altri giacimenti di ligniti della Toscana.

Nella fattoria di Querceto la formazione gessoso-solfifera è molto sviluppata e meriterebbe di essere studiata con cura; vi si cavano blocchi di gesso saccaroide,

(1) Capellini, *La formazione gessosa di Castellina marittima e i suoi fossili*. Memoria dell'Accad. delle scienze dell'Istituto di Bologna. Serie 3ª tomo IV. Bologna 1874.

o alabastro, candido e venato, e nelle marne che sono intercalate fra le mollasse e i gessi devono esservi amigdale di salgemma dal quale certamente derivano le diverse sorgenti salate che si trovano nella tenuta istessa, in particolare presso il ponte della Camminata.

Una località meritevole della maggiore attenzione e che potrebbe essere di nuovo esplorata, anche dal punto di vista industriale, è Fonte a Bagni nella tenuta di Libbiano, sulla riva destra del torrente Racquese. A Fonte a Bagni la formazione gessosa è accompagnata da minerale di solfo come nel Modenese, nel Bolognese, e più specialmente nelle Romagne e nelle Marche; in questa località pertanto gli strati a Congerie coi loro caratteri mineralogici confermano i rapporti già riscontrati con la stratigrafia e coi fossili, fra le formazioni gessose dei due versanti dell'Apennino.

Fino dal secolo XV. Giovanni Guidi di Volterra nel trattato giuridico: *De mineralibus* parlò dello solfo che si cavava a Fonte a Bagni allora proprietà della sua famiglia, e al medesimo giacimento alludeva Cesalpino quando nel libro *De Metallicis* (1598) accennava lo solfo che si cavava presso Libbiano nel Volterrano. Che poi non si trattasse di cosa di poca importanza, si rileva dal fatto che lo solfo della valle del Racquese, un tempo fu annoverato fra le principali rendite o regalie della Repubblica di Volterra.

Giovanni Targioni Tozzetti nei suoi viaggi in Toscana narra di aver trovato nel museo di Firenze alcuni esemplari di solfo nativo giallo nell'involto dei quali era scritto di mano del celebre Niccolò Stenone: *Solfo nero con solfo cristallino trovato sotto terra a Fontibagni* (1). Quando egli stesso nel novembre del 1742 si recò a esplorare i dintorni di Fonte a Bagni vi trovò ben cinquanta cave di *zolfo nero* profonde soltanto da sette a otto braccia toscane (da m. 4,08 a 4,67), ma essendone allora sospesa la escavazione, il dottissimo naturalista viaggiatore non potè subito procurarsene buoni esemplari.

Il Targioni notò che il minerale di solfo si trovava fra grossi massi di gesso alabastrino bianco o venato; osservò la sovrapposizione del mattaione o argilla turchina pliocenica delle colline dei dintorni di Fonte a Bagni, in strati più o meno orizzontali, sopra la pendice ove si trova l'alabastro e confrontò la panchina di Pomarance con quella di Volterra. È pure interessante di ricordare che a proposito del giacimento del minerale di solfo di Fonte a Bagni e di Castelnuovo, il Targioni istituisce utili confronti fra la formazione gessoso-solfifera toscana e quella dell'Urbinate e delle Romagne; aggiungendo che certi luoghi descritti dal Vallisnieri nei monti sopra Scandiano, dei quali si cavava solfo in gran copia, associato al gesso, erano similissimi alla *Costa della Fonte ai Bagni* (2).

(1) Targioni Tozzetti G., *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana.* Edizione seconda tom. III. pag. 355. Firenze MDCCLXIX.

(2) Parlando degli alabastri di Volterra, dopo aver riferito intorno ad essi alcune importanti notizie storiche e scientifiche e i rapporti di giacimento dei gessi con quelli di solfo, salgemma e pirite, cita ben cinquantadue sorta di gesso alabastrino che allora erano lavorate in Volterra; della maggior parte di esse descrive con mirabile esattezza i caratteri litologici e accenna in quali lavori le diverse varietà venivano principalmente adoperate. Nelle notizie sul gesso fabbrile, le quali fanno seguito a quelle sul gesso alabastrino, il Targioni riferisce quanto scrisse l'Ambrosini nella illustrazione

Io non mi fermerò a dire dei rapporti fra i gessi e il salgemma per mettere in rilievo, anche sotto questo punto di vista, l'importanza industriale degli strati a Congerie, soltanto mi limiterò ad accennare che la formazione gessosa di val di Cecina è prevalentemente caratterizzata dalle amigdale di salgemma che vi si incontrano e che sotto ogni rapporto furono così bene studiate dal prof. Paolo Savi.

In più lavori, ma in special modo in apposita Memoria: *Sopra i depositi di Salgemma e sulle acque salifere del Volterrano*, il fondatore della scuola geologica pisana rese conto delle osservazioni fatte e dei dati raccolti dal 1852 al 1862, mettendo in evidenza il nesso fra la porzione inferiore della formazione gessosa e i depositi di salgemma del Volterrano. Le quali vedute il distintissimo mio maestro avendo confermato un anno dopo (1863) nel *Saggio sulla costituzione geologica della provincia di Pisa*, coordinandole altresì con le scoperte da me fatte nella valle del Marmolaio, sarebbe qui affatto superfluo che io aggiungessi nuove considerazioni per provare che, oltre lo solfo e il gesso, anche il salgemma della val di Cecina fa parte della porzione inferiore degli strati a Congerie.

Prima di abbandonare la valle di Cecina, mi interessa di far conoscere una località ove gli strati a Congerie offrono importanti rapporti litologici con quanto ho fatto notare nei monti livornesi, lasciando nel tempo stesso chiaramente apprezzare le relazioni stratigrafiche degli strati a Congerie con le marne sarmatiane a cerizi, pleurotome ecc. ecc.

Abbandonando la via Salaiola e passando per la fattoria di Casaglia sulla sinistra del Torrente Lopia, seguendo la via nuova che conduce a Miemo, giunti al podere il Lepre, si trova che al disotto delle marne marine plioceniche biancastre con *Pecten Comitatus* e *Ostrea cochlear* emergono gli strati a Congerie rappresentati da marne gessose e gessi che presto alternano in basso con conglomerati calcareo-serpentinosi, sviluppandosi verso settentrione a Fonte Intanata e Colombaine. A Fonte Intanata i gessi presentano la maggiore potenza essendovene strati perfino di cinque metri di grossezza intercalati con mollasse e conglomerati calcareo-serpentinosi cementati da gesso fibroso analogamente a quanto si riscontra anche in talune località della provincia di Forlì (1).

È interessante di notare che verso la base della formazione gessosa si intercalano strati di calcare tenero un poco marnoso il quale ricorda il calcare grossolano superiore di Rosignano e in parte ancora di Santo al Poggio presso Castellina. Le masse gessose, i conglomerati, le mollasse e il calcare grossolano intercalato, tutti insieme considerati hanno una potenza di circa cinquanta metri e riposano sopra marne sarmatiane, nelle quali abbondano il *Cerithium pictum; C. doliolum*; *Cardium* sp.; *Ostrea lamellosa*; *O. digitalina*. Queste marne con cerizi corrispondono a quelle già notate

del Museo metallico di Aldrovandi, a proposito dei gessi del Bolognese e segnatamente di quelli dei colli di s. Ruffilo o monte Donato (*).

(1) V. Scarabelli, *Note sur le metamorphisme de certains gypses.* Bull. Soc. géol. de France. 2.me série tom. XI. pag. 346. Paris 1854.

(*) Targioni Tozzetti G., *Relazioni di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana.* Edizione seconda tom. III. pag. 266 e seg. Firenze MDCCLXIX.

a Scaforno e hanno rapporto con le panchine e i conglomerati miocenici che si trovano sulla destra del torrente Lopia, al mulino, presso Urlari e Terenzano, e riposano in parte sul gabbro, in parte sul calcare alberese.

Sulla sinistra della valle dell'Era, a breve distanza da Montecatini, già altra volta ho reso conto della formazione gessosa che presso Torri nella proprietà del sig. avv. Lorenzo Mori fornisce una pregevole varietà alabastrina leggermente rosea, la quale serve assai bene per piccola scoltura; ivi pure sono chiari i rapporti intimi dei gessi con le panchine e marne sarmatiane che nella porzione più profonda ricordano le marne a filliti frutti di Chara e opercoli di Paludina dei dintorni di Berignone e Casole e di Monte Bamboli. Questa località esplorata con diligenza potrà fornire ricca messe di fossili e forse un giorno potrà contribuire a meglio precisare l'età e i rapporti dei diversi membri degli strati a Congerie e del Sarmatiano della Toscana.

Proseguendo verso Orciatico si ha una bella sezione della formazione gessosa lungo il torrente Ragone e ivi pure si può osservare che, mentre i gessi sono ricoperti dalle marne plioceniche marine con leggera trasgressione, si coordinano inferiormente, senza discordanza, coi conglomerati calcareo-serpentinosi che sono ben sviluppati presso Agnano e si appoggiano discordanti sopra il calcare alberese associato a roccie arenacee e schistose le quali ricordano il gruppo della pietra forte piuttosto che il terziario inferiore. Io non mi dissimulo che a ben decifrare ogni cosa occorreranno ancora numerose e pazienti osservazioni, ma sono altresì persuaso che le fatiche del geologo che avrà campo di ristudiare con diligenza la formazione degli strati a Congerie e il Sarmatiano della val d'Era, saranno largamente ricompensate.

Intanto gioverà notare che, presso Agnano vi ha un conglomerato calcareo-serpentinoso a minutissimi elementi il quale ha rapporto con quello più grossolano su cui riposa in parte il paese di Orciatico a m. 340 sul livello del mare.

Anche il podere le Quercie in vicinanza di Agnano si trova sul gesso che a met. 280 sul mare ricopre immediatamente una brecciolina finissima calcareo-serpentinosa rossastra, continuazione di quella di Agnano.

A nord-est di Orciatico la formazione gessosa si continua verso il podere del Casino e a Monteauto.

Nella prima località la formazione gessosa è ridotta a zona assai ristretta e verso occidente vi hanno balze costituite dalle marne inferiori ai gessi le quali ricordano in parte le balze di Paderno nel Bolognese; infatti ivi pure si hanno nel fondo elementi del terreno terziario inferiore e fors' anche del cretaceo che, sconvolti e rimaneggiati, danno luogo a una specie di argilla scagliosa.

A Monteauto i gessi sono in piccola parte ricoperti da conglomerato in cui si notano copiosi noccioli di limonite che probabilmente derivò dalla decomposizione di noccioli di pirite e inoltre vi abbondano cristalli di gesso isolati o aggruppati i quali talvolta commisti con sabbia e argilla costituiscono una specie di cemento del conglomerato stesso in modo diverso però da quanto ho già fatto osservare per i conglomerati calcarei serpentinosi di Fonte Intanata e come si nota anche meglio nei conglomerati del fondo dei Gulfi. Questi conglomerati sono ricoperti dalle argillle plioceniche caratterizzate dal *Pecten Comitatus* e al podere detto del Rio il limite

fra le argille e i sottoposti conglomerati è ben distinto e si trova a met. 150 sul mare; mentre i conglomerati del miocene superiore si innalzano a met. 200 al colle di Monte Zano sulla destra della Sterza di Laiatico. Dallo studio complessivo di quella parte della formazione gessosa che si trova fra la Sterza di Laiatico e la Cecinella si ricava che i conglomerati occupano in parte il posto dei gessi e che il limite della formazione marina pliocenica con la formazione salmastra gessosa che sta subito inferiormente è dato dalla presenza, nelle argille plioceniche, di numerosi avanzi di foraminifere e spesso ancora di pteropodi e inoltre *Ostrea cochlear*, var. *navicularis; Pecten Comitatus;* resti di pesci e di cetacei.

Sulla sinistra della Sterza gli strati a Congerie assumono un interesse particolare per i bellissimi fossili che vi ho scoperti in parte fino dal 1860 e taluni anche di recente.

Già nello scorso anno annunziai che, mentre le marne a *Melanopsis Bartolinii* in rapporto con le ligniti di Strido e di Revellino costituivano la porzione più antica e più profonda della formazione salmastra che occupa la parte superiore della valle della Sterzuola, sopra di esse vi hanno altre marne caratterizzate della *Melanopsis impressa*, accompagnata da altri fossili che non tutti riuscii subito a decifrare perchè in parte ridotti a frammenti poco riconoscibili. Per la loro posizione le marne a *Melanopsis impressa*, ben sviluppate sulla destra del torrente Petraia, elevandosi fino al podere detto il Termine mostrano di essere in rapporto con le mollasse e i conglomerati calcareo-serpentinosi con legni silicizzati che verso il botro delle Prunaie, ricoprono le marne a *Melanopsis Bartolinii* ed è anche probabile che in parte ad essi localmente si sostituiscano.

Una bivalve trovata con la *Melanopsis impressa*, sebbene ridotta a semplici frammenti aveva fin da principio attirata la mia attenzione per la sua abbondanza e per i caratteri strani che anche da quei frammenti poteva rilevare; per essa proposi dapprima il nome di *Unio cardioides* ed oggi invece per ragioni che accennerò fra poco ritengo debba costituire un genere nuovo che chiamerò *Uniocardium*. Con l'*Uniocardium* ho poi trovato altri tipi di bivalvi che segnano il graduato passaggio al genere *Cardium*, e inoltre bellissimi esemplari di piccole Valvate, Melanie, Neritine, Congerie, *Cypris* e frutti di *Chara* che tutti insieme rendono questo giacimento uno dei più importanti per lo studio delle evoluzioni dei molluschi nell'adattamento graduale dall'acqua dolce all'acqua salmastra e poscia all'acqua decisamente marina.

Le marne a *Melanopsis impressa*, che per ora non ho trovato altrove fuori della valle della Sterza, sono in parte ricoperte da conglomerati i quali ritengo che abbiano rapporto con quelli del podere del Rio presso Monteauto e sono in parte associati con marne che rappresentano, sebben poco distintamente sulla sinistra della Sterza, la porzione superiore della formazione gessoso-solfifera sulla quale stanno immediatamente le argille marine plioceniche continuazione di quelle già segnalate sulla riva opposta.

Ho già accennato che alla base degli strati caratterizzati dalla *Melanopsis impressa* vi hanno le marne a *Melanopsis Bartolinii* e sebbene verso il limite dei due piani si trovino in qualche punto le due specie commiste, si può dire che una cessa quando l'altra comincia ad apparire e, nell'insieme, la fauna delle marne inferiori con

Melanopsis Bartolinii è affatto diversa da quella delle marne che fanno seguito in serie ascendente associate ai conglomerati con legni silicizzati. A quanto altra volta ho esposto in proposito, poco mi resta da aggiungere; sono tuttavia incerto se queste marne con fauna anche meno salmastra corrispondano alla porzione superiore del Sarmatiano ovvero se debbansi considerare come la porzione più antica degli strati a Congerie; disgraziatamente i fossili che vi si incontrano spettano a specie nuove oppure a talune di quelle che non hanno molto valore perchè si ritrovano in piani diversi.

Nuove e più accurate ricerche, non solo mi hanno fornito migliori esemplari della *Melanopsis Bartolinii*, ma eziandio mi hanno persuaso che poco o nulla vi era ancora da scoprire in fatto di molluschi; mentre poi sono convinto che se si cavasse la lignite di Monte Vaso vi si incontrerebbero interessanti avanzi di vertebrati che diffonderebbero nuova luce sulla vera età di quel combustibile, il quale sebbene per la sua scarsità e mediocre qualità non offra importanza industriale, forse non è meno recente della lignite di Monte Bamboli.

La lista completa dei fossili fin qui raccolti nelle marne a *Melanopsis Bartolinii* è la seguente: *Melanopsis Bartolinii* Cap.; *M. buccinoidea* Fer.; *M. acicularis* Fer.; *Melania suturata* Fuchs; *M. applanata* Fuchs; *Hydrobia obtusa* Sand; *H. immutata* Frfld.; *Bythinia* sp. *Valvata piscinalis* Mull.; *Neritina Grateloupiana* Fer.; *Congeria clavaeformis* Krauss; *C. Deshayesi* Cap.

Di taluni di questi fossili ho stimato opportuno di dare nuove e più esatte figure.

Nota sul Pecten Comitatus.

Dopo avere accennato brevemente quanto riguarda la stratigrafia degli strati a Congerie nella provincia di Pisa, prima di intraprendere la descrizione dei principali molluschi fossili che vi si incontrano, stimo opportuno di dire ancora due parole sul *Pecten Comitatus* Fontannes, che insieme con l'*Ostrea cochlear*, var. *navicularis* Brocchi (*Ostrea Brocchii* Mayer) trovasi costantemente nelle argille a pteropodi e foraminifere che ricoprono la formazione salmastra gessoso-solfifera.

Più volte avendo avuto occasione di ricordare alcuni dei fossili frequenti nelle più antiche argille marine plioceniche, citai l'*Ostrea cochlear*, var. *navicularis* ed un pettine che giudicai potesse essere semplicemente una varietà del *Pecten denudatus* di Reuss. Questo fossile mi era occorso di trovare non solamente nel Bolognese e nella provincia di Pisa, ma eziandio nel Senese nei dintorni della Coroncina, e sebbene sospettassi che potesse distinguersi nettamente dalla specie miocenica fondata dal Reuss, pure continuai a indicarlo come semplice varietà; fino a che avendone riconosciuta la identità col *Pecten Comitatus* descritto nel 1876 dal dott. Fontannes, prima ancora che esso ne pubblicasse la figura, feci nota la esatta corrispondenza del pettine che caratterizza l'argilla di Bouchet nella valle del Rodano con quello che aveva, fino allora, creduto var. del *P. denudatus* e indicato come frequente nelle argille turchine inferiori plioceniche (1). Il dott. De Stefani, fondandosi sopra

(1) Capellini, *Il Calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie nei monti di Livorno, di Castellina marittima, di Miemo e di Monte Catini* p. 15. Memorie della r. Accademia dei Lincei, serie 3ª vol. II. Roma, marzo, 1878.

esemplari raccolti a Malamerenda nel Senese, nel 1877 aveva catalogato la nuova specie *Pecten Fuchsi*, la quale corrispondeva al pettine da me prima indicato come varietà del *P. denudatus*; ma l'anno seguente il dott. Fontannes illustrando i terreni terziarî del bacino di Visan figurò il suo *Pecten Comitatus* di cui pose in rilievo la importanza stratigrafica e la grande estensione geografica (1).

In considerazione dell'interesse particolare che offre questa specie stimo conveniente di trascrivere la completa descrizione che ne ha fatta il dott. Fontannes fino dal 1876, alla quale poco aggiungono le figure, sebbene precise, dal medesimo pubblicate due anni dopo.

Pecten Comitatus Font.

Fontannes, *Études etc. II. Les terrains tertiaires sup. du Haut Comtat Venaissin. Bollène*, Saint-Paul-Trois-Chateaux, Visan. pag. 94. Paris 1876.

« *Testa oblongo-orbiculari, tenui, fragili, aequivalvi, inaequilaterali, compressa, fusco-carnea; — auriculis minimis, subaequalibus, anticis paulo majoribus; — valva dextra intus laevi, auricula antica paululum emmarginata; margine cardinali in medio incurvo; — valva sinistra intus sublaevi, costulis* 30-34 *obsoletissimis, versus limbum solummodo conspicuis, ornata; margine cardinali recto; — impressione musculari magna, alba* ».

Diam. trans. mm. 40; alt. mm. 45.

Anche per le dimensioni, gli esemplari italiani nulla offrono di diverso da quelli di Francia.

Molluschi fossili degli strati a Congerie della provincia di Pisa.

Strati a Melanopsis Bonellii.

Melania curvicosta Desh. var.

Tav. I. fig. 1-4.

Deshayes, *Expedition scientifique de Morée.* Part. I. pag. 149 pl. 25 fig. 7, 8, 9.

Nelle precedenti pubblicazioni sugli strati a Congerie dei monti livornesi, più volte ho ricordato una *Melania* affine alla *M. Lethochae* Fuchs, da confrontare con la *M. curvicosta* Desh. La descrizione e le figure date dal distinto paleontologo viennese corrispondevano così esattamente con i piccoli esemplari da me raccolti la prima volta nei dintorni di Livorno da non poter subito dubitare che trovando esemplari in copia e di tutte le età, dovessi in seguito persuadermi trattarsi sempre di varietà della *M. curvicosta*, già notata dagli autori in tanti giacimenti che sono da identificare con il piano superiore della formazione gessoso-solfifera.

Il carattere di grande variabilità delle coste e dei solchi che ornano questa

(1) Fontannes, *Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la Periode tertiaire dans le Bassin du Rhône.* III. Bassin de Visan. Paris 1878.

conchiglia, rilevato stupendamente dal Fuchs per la *Melania Letochae* (1) deve applicarsi alla Melania degli strati a Congerie di Toscana, la quale ritengo sia una semplice varietà della *Melania curvicosta*, avendo dovuto persuadermi che *i molluschi degli strati a Congerie presentano grandi varietà secondo i diversi giacimenti*, forse in conseguenza della influenza del mezzo in cui vissero e che non fu ovunque esattamente lo stesso, come si ricava anche dalla natura dei sedimenti in cui se ne trovano i resti fossili.

Gli esemplari livornesi d'ordinario sono piccoli, se ne hanno però anche di grandezza non inferiore a quella assegnata alla *M. curvicosta*, tipica, cioè di quasi due centimetri di lunghezza.

Gli esemplari toscani, confrontati con quelli che si possono raccogliere in grande quantità nel Reggiano e nel Tortonese, presentano un maggior numero di coste e forse anco più distinte granulazioni o tubercoletti disposti in cinque o sei ordini sugli anfratti, dipendenti dalle strie transverse che continuano anche nella metà inferiore dell'ultimo anfratto ove invece non giungono le coste.

Nella formazione gessosa di s. Giorgio nel Vizzinese il sig. barone Cafici ha raccolto esemplari di *Melania curvicosta* i quali per l'*habitus* e per il loro modo di conservazione ricordano quelli del Livornese. Nelle fig. 1-4 tav. I. non è bene espressa la sutura profonda che divide gli anfratti e che si riscontra caratteristica nella *M. Letochae*. Questo carattere è meno accentuato negli esemplari del Reggiano e in quelli di Aleria in Corsica, coi quali ho potuto istituire numerosi confronti.

Fra le Melanie del Reggiano il prof. Doderlein distingue due varietà: *granulosa* e *semigranosa*, e gli esemplari di Livorno potrebbero forse fornirne una terza, se invece di tener conto della variabilità grande già notata dal Fuchs negli esemplari della piccola *M. Letochae*, non si riflettesse che basta immaginare individui di dimensioni maggiori, perchè tanto la descrizione, quanto le figure date dal Fuchs possano convenire alle varietà della *Melania curvicosta* degli strati a Congerie italiani, che il Deshayes già aveva notato essere alquanto diversa da quella della Morea.

Melanopsis Bonellii Sism.

Tav. I. fig. 5-12.

Syn. *M. Narzolina* Bonelli. Mus. zool. Taur.

Sismonda, *Synopsis meth. anim. invert. Pedem. foss.* p. 32. Aug. Taurinorum MDCCCXLII.

Nella breve Nota con la quale annunziai la scoperta degli strati a Congerie fossiliferi al casino Cubbe nei monti livornesi e citai anche i fossili trovati alla Puzzolente presso Livorno, riferii che: insieme ai cardii e alle congerie nel primo giacimento e unitamente alla Melania, presso Livorno si trovava una piccola *Melanopsis* del tipo della *M. Martiniana*. Con tale indicazione io aveva in animo di accentuare i rapporti fra gli strati a Congerie dell'Ungheria e quelli d'Italia, facendo capire

(1) Fuchs, *Th. Beiträge zur Kentniss fossiler Binnenfaunen* VI. Neue Conchylienarten aus. d. Congerien-Schichten u. aus. Ablagerungen. d. Sarmatischen Stufe. Taf. IV. fig. 1-7 Jahrbuch der k. k. geol. Reichs. B. I. s. 21. Wien 1873.

che sebbene molti dei loro fossili siano di specie diverse, pure certi tipi si conservano quasi come caratteristici della formazione.

Nei lavori nei quali in seguito ho avuto a ricordare la *Melanopsis* degli strati superiori a Congerie, ho citato senz'altro come molto frequenti la *Melanopsis Bonellii* Sism. che appunto ricorda una *M. Martiniana* ridotta a piccole dimensioni.

Questa specie molto abbondante anche negli strati superiori a Congerie del Reggiano e del Tortonese, trovasi anche a Bollène nel Dip. del Rodano ove il Mayer la cita sotto il nome di *Melanopsis Matheroni*. Il Mayer dopo avere indicato i principali caratteri della piccola *Melanopsis* di Bollène, accennandone i rapporti e le differenze con la *M. Martinii* (*M. Narzolina*) aggiunge: « Je présume qu'elle est identique à l'espèce inédite nommée *M. Martiniana* par Bonelli, mais je n'en suis pas sûr, ne possedant point cette dernière, et des lors il est de mon devoir aussi bien que de mon droit de donner un autre nom aux individus que je décris (1) ». La Nota pubblicata dal prof. Mayer è del dicembre 1871 e fino dal maggio 1869 il dott. Manzoni figurava la *Melanopsis Bonellii* Sism. (*N. Narzolina* Bon.) delle marne a ligniti di Sogliano, ricordando in pari tempo che questa specie era stata citata dal Doderlein e dal prof. E. Sismonda nei cataloghi dei fossili terziarî del Modenese e del Piemonte (2). Il sig. Michelotti citò gli esemplari di *Melanopsis Bonellii* raccolti a Sant'Agata nel Tortonese e che il Bonelli lasciò nel Museo di Torino col nome di *M. Narzolina* e le riferì alla *M. carinata* Sow. (Michelotti, *Description des fossiles des terr. tert. du Piemont.* p. 191. Leida 1847). Tre anni dopo la pubblicazione del Mayer sopra gli strati a Congerie del bacino del Rodano, Tournouer ha figurato la *Melanopsis Matheroni*, avvertendo esso pure che si poteva considerare come una delle molte forme della *M. Martiniana* di Férussac. Il sig. Tournouer aggiunge che questo fossile caratteristico anche degli strati a Congerie non è altro che una riduzione della *Melanopsis Lus-Hani* d'Arch. di Turchia (3).

Avendo confrontato con esemplari del bacino del Rodano e di Aleria in Corsica, quelli della *M. Bonellii* di Sogliano, che il museo geologico di Bologna possiede in buon numero, e avendo fatto eguale studio comparativo con gli esemplari raccolti nei monti livornesi, quelli del Reggiano e del Tortonese, non ho potuto scorgere fra essi la benchè menoma differenza.

Nella tav. I. le fig. 5-12 ci presentano la *M. Bonellii* dei monti livornesi a diversi gradi di sviluppo e vista per diversi lati, al fine di poterne apprezzare la costanza dei caratteri e le dimensioni che raggiunge in taluni giacimenti; a Sogliano qualche volta si hanno esemplari che superano anche la grandezza della fig. 5, la quale, salvo poche eccezioni ci rappresenta uno dei maggiori esemplari che si possono raccogliere al casino Cubbe presso le Porcarecce. Ho trovato là *M. Bonellii*

(1) Mayer Ch., *Découverte des conches à Congéries dans le bassin du Rhône.* Turich 1871.

(2) Manzoni A., *Della fauna marina di due lembi miocenici dell'Alta Italia.* Sitzungsberichte der K. K. Akad. d. Wissensch. Wien Jahrg 1869.

(3) Tournouer, *Sur les terrains tertiaires sup. du bassin de Théziers* (Gard), *et sur le niveau géol. du Potamides Basteroti dans le bassin du Rhône.* Bulletin de la Soc. géol. de France III. série tom. II. pag. 397 Pl. IX. fig. 11. Paris 1874. — Gaudry, *Animaux fossiles du Mont Léberon.* pag. 154 Pl. XIX. fig. 5-6, Pl. XXI. fig. 10-11. Paris 1873.

presso la Puzzolente, insieme con la *Melania curvicosta*, var., abbondante ma in esemplari mal conservati; nelle marne con pisidii intercalate coi gessi al casino sotto Colognole è piuttosto rara e lungo le rive del torrente Morra è frequente, mentre al casino Cubbe e presso le Porcarecce è abbondante.

Ho raccolto qualche esemplare mal conservato presso la Farsica e ne ho pure trovato nelle mollasse degli strati a Congerie dei dintorni di Ancona. Trovasi negli strati a Congerie del Vizzinese e del Licodiano in Sicilia con la *Melania curvicosta*, come ho potuto rilevare da quanto mi fu gentilmente comunicato e donato dal signor barone I. Cafici; in generale si può dire che questa specie abbonda e diventa quasi caratteristica nella porzione superiore degli strati a Congerie, quando scarseggiano i cardii; mentre manca o è assai rara negli strati nei quali si rileva essere stata maggiore l'influenza dell'elemento salino.

Melanopsis Dufourii Fer. var. *a*.

Tav. I. fig. 13-15.

Ferussac, *Monographie des espèces vivantes et fossiles du genre Melanopside* (Melanopsis) p. 25 pl. II. fig. 5. Paris 1823.

Gli esemplari di *Melanopsis* raccolti sotto Colognole e al casino Cubbe, insieme alla *M. Bonellii*, figurati nella tav. I. ingranditi quattro volte, parmi che corrispondano assai bene alla var. *a* della *Melanopsis* che Ferussac ha citata fossile a Dax. Nella stessa guisa che la *M. Bonellii* può essere considerata come una forma ridotta della *M. Martiniana*, non si dovrebbe esitare a considerare la *Melanopsis Dufourii* var. *a* come una riduzione della *Melanopsis impressa* Krauss, la quale non è meno polimorfa della *M. Martiniana*. Il forte ingrandimento degli esemplari che ho figurati rende sempre più facile il confronto fra questa specie e la *M. impressa* della quale si hanno bellissimi esemplari in un orizzonte un poco più basso di quello in cui si trova in copia la *Melanopsis Martiniana*. Sappiamo che nel bacino di Vienna e altrove la *Melanopsis Martiniana* e la *M. impressa* si trovano insieme negli strati superiori a Congerie, sebbene la *M. impressa* abbia già raggiunto il suo maggior sviluppo un poco inferiormente; ciò renderebbe conto, anche nel caso nostro, non solo della riduzione di forma subita dal tipo, ma altresì della scarsità degli esemplari di fronte alla abbondanza della *M. Bonellii*. Alcuni esemplari con l'ultimo anfratto molto rigonfio e il rimanente della spira molto corta e acuminata potrebbero costituire anche un'altra varietà; ma trattandosi di conchiglie così polimorfe, credo che per ora basti di avere accennato anche questa particolarità riscontrata in alcuni esemplari raccolti presso il casino Sant'Andrea sotto Colognole.

Hydrobia Escoffierae Tourn. sp.

Tav. I. fig. 16-21.

Syn. *Paludestrina Escoffierae* Tourn.

Tournouer, *Terrains tert. sup. de Thèziers*. Bull. de la Soc. géol de France. Série III. Tom. 2 pag. 302 pl. IX. fig. 4, 4*a*, 4*b*. Paris 1874.

Il signor Tournouer ha descritto e figurato una piccola conchiglia, riferibile al genere *Hydrobia* (*Littorinella* Braun; *Paludestrina* D'Orbigny), raccolta a Visan e

che per la sua grande abbondanza si deve considerare come specie caratteristica delle marne a *Potamides Basteroti*. Il tipo di questa conchiglia polimorfa che ho trovato pure abbondantissima nelle marne sabbiose del casino Cubbe e nelle marne con Pisidii del casino sotto Colognole, è la forma seguente:

Testa parva, solida, nitida, imperforata, conica; apice acuto, anfractibus 8-9 *planis, prioribus laevibus, caeteris nodoso-plicatis, ultimo magno, subangulato bis noduloso, apertura integra, piriformi, peristomate continuo, labro simplici, acuto.*

Long. 6,7.^{mm} Lat. 3.

Le figure date dal Tournouer non corrispondono altrettanto bene quanto la descrizione di questa interessante conchiglia, e se non avessi avuto anche numerosi esemplari provenienti dalla valle del Rodano, da poter confrontare direttamente con quelli dei monti livornesi, avrei dovuto sospettare che gli esemplari francesi fossero di forma molto più svelta di quelli trovati in Toscana, mentre invece gli uni si scambierebbero facilmente con gli altri. Tournouer ha distinto la forma tipica con due ordini di tubercoli nell' ultimo anfratto; essa corrisponderebbe alle fig. 16, 17, tav. I. ove ho fatto figurare esemplari provenienti dal casino Cubbe ingranditi cinque volte. Alcuni esemplari di piccole dimensioni si potrebbero scambiare con vere Rissoe.

Nella varietà *P. angulifera* Tourn, alla quale si possono riferire le fig. 18 e 19 tav. I. grandi cinque volte più del vero, i tubercoli tendono a sparire, di guisa che la sutura diviene più marcata e la carena dell'ultimo anfratto più distinta.

Nella varietà *Y. inermis* Tourn, la ornamentazione e la carena tendono anche maggiormente a svanire come si nota nelle fig. 20, 21. È assai probabile che la *Paludina angulifera* indicata da Marcel de Serres a Montpellier e non più ritrovata, come osserva benissimo il sig. Tournouer fosse una varietà della *Hydrobia Escoffierae;* si può altresì dubitare che questa specie tanto polimorfa, come ho potuto accertarmi mediante i numerosissimi esemplari che ne ho raccolto, abbia dato luogo alla creazione di altre specie quando fu trovata in esemplari poco decifrabili.

Forse anche talune *littorinelle* le quali si trovano soltanto come impronte e modelli nelle marne a *Cypris* della valle del Marmolaio e in quelle superiori del casino presso Siena, sono esse pure da riferirsi a questa specie che ha grandissima importanza perchè ci permette di notare nuovi rapporti paleontologici fra gli strati a Congerie del bacino del Rodano e taluni piani degli strati a Congerie della Toscana. Negli strati a Congerie di Grecia e di Dalmazia vi hanno Paludine le quali offrono lo stesso tipo di ornamentazione caratteristico della *Hydrobia Escoffierae*. La *Vivipara graeca* Fuchs, e la *Vivipara Spratti* Fuchs degli strati a Congerie di Livonates; la *Vivipara Sturi*, la *Vivipara Dezmanniana* Brusina; la *Vivipara Zelebori* Hornes, fatta astrazione dai caratteri diversi degli opercoli si potrebbero quasi considerare come forme corrispondenti a quella della piccola *Hydrobia* di cui mediante i forti ingrandimenti sotto i quali l' ho rappresentata è però facile di rilevare le differenze anche nell'andamento della spira e nella forma della bocca (').

(') Fuchs. Th., *Studien über die jungern Tertiärbildungen Griechenlands*. Taf. IV. fig. 9, 10 Wien 1877; Neumayr, u. Paul., *Congerien und Paludinen-schichten Slavoniens*. Taf V. fig. 2, 3. Taf. VI. fig. 9-12, 13-15. Wien 1875.

Hydrobia Fontannesi Cap.

Tav. II. fig. 1-4.

Syn. *Paludestrina Escoffierae* var. *inermis* Tourn. in parte.

Piccola conchiglia di forma allungata, con 6 e 7 anfratti rotondati, finamente striati, talvolta leggermente tricarinati come nella fig. 1ª bocca intera subrotonda, labbro semplice, lunghezza mill. 5-7.

Questa conchiglia che si trova con la *Hydrobia Escoffierae*, a prima giunta parrebbe dovesse corrispondere alla var. *inermis* della quale il sig. Tournouer ha scritto che: oltre all'essere completamente liscia assume la forma della *H. acuta* Drap. sp. Avendo riscontrato che insieme alla var. tipica dell'*H. Escoffierae* vi ha altresì una varietà *inermis* che pur mantiene la forma ottusamente conica, penso che si debba considerare come specie distinta questa la quale, per la forma degli anfratti e per quella della intera conchiglia, mostra maggiori rapporti con altre specie e perfino con la *Bythinia rubens* Menke, piuttosto che con la *Hydrobia* caratteristica delle marne a *Potamides Basteroti*. Le fig. 1-4 tav. II. rappresentando la conchiglia ingrandita cinque volte, permettono di apprezzare la notevole differenza che passa fra questa specie e quella descritta in precedenza.

Trovasi al casino Cubbe e alle Porcarecce nei monti livornesi.

Hydrobia etrusca Cap.

Tav. II. fig. 5-8; 13-20.

Syn. *Paludina avia?* Eichw.

Piccola conchiglia con guscio piuttosto grosso, consta di 6 anfratti subrotondati, distinti da sutura abbastanza profonda; la bocca è ovale rotondata; la superficie della conchiglia è apparentemente levigata, quando si esamina con la lente si vede ricoperta di sottili strie. Per il numero degli anfratti e per la grandezza mill. 3-5 questa conchiglia corrisponde alla *H. sepulcralis* Partsch. della quale ritengo che sia il rappresentante negli strati a Congerie dei monti livornesi, ma ne differisce per la forma degli anfratti stessi che sono appianati nella sp. comune negli strati a Congerie dell'Austria Ungheria e della Dalmazia. Anche la sutura della *H. sepulcralis* è assai meno profonda e basta confrontare esemplari del bacino di Vienna con questi di Toscana per rilevarne facilmente le differenze.

La fig. 14 tav. IX. data dal Neumayr per la *M. sepulcralis* di Cernik e Novska (1) potrebbe far sospettare che non vi fosse troppo differenza fra essa e questi esemplari dei monti livornesi che ho figurati ingranditi cinque volte; ma dalla descrizione si rileva che anche negli esemplari illustrati del Neumayr si mantenevano i due caratteri: anfratti appianati e sutura poco profonda, che ho riscontrato negli esemplari tipici.

Dovrei dire che, almeno per la forma, vi hanno maggiori rapporti con la *Littorinella obtusa* Sand. dalla quale la *H. etrusca* forse non differisce che per avere sei

(1) Neumayr a Paul., *Die Congerien und Paludinen-schichten Slavoniens* pag. 76. Wien 1875.

anzichè cinque anfratti, per la forma un poco più svelta e per essere suscettibile di varietà notevoli, specialmente nelle dimensioni, tanto da costituire dei veri passaggi alla *H. Fontannesi*. Sopratutto le varietà rappresentate nelle fig. 13-16 tav. II. somigliano grandemente alla piccola specie tanto abbondante nel bacino di Magonza.

La *Paludina avia* Eichw. corrisponde così bene a taluni esemplari della *H. etrusca* da far nascere il sospetto che si tratti della stessa specie descritta e figurata nella Lethea rossica (1). La forma e le dimensioni sono pur quelle degli esemplari che ho rappresentati ingranditi nelle fig. 7, 8, 13, 14 tav. II. e nella *Paludina avia* si contano 5-6 anfratti convessi i quali vanno crescendo gradatamente. Forse è riferibile a questa specie anche la *Bythinia pseudostagnalis* De Stefani, che si trova negli strati salmastri presso la stazione di Siena e al Bozzone. Si trova abbondante insieme alla *H. Escoffierae*, tanto al casino Sant'Andrea quanto al casino Cubbe e alla Porcarecce.

Hydrobia cingulata Cap.

Tav. II. fig. 9.

Questa graziosa conchiglia rarissima fra i fossili del casino Cubbe, ricorda la forma della *H. pupula* di Brusina figurata da Neumayr; ma non si può confondere nè con essa nè con altre a motivo del piccolo cordoncino che cinge l'ultimo anfratto e per la ripetizione di altro cordoncino meno pronunziato presso la sutura. La conchiglia è lunga mill. 3 ¼, quindi è un poco più grande della *H. pupula;* gli anfratti sono sei, mentre nella specie slava sono cinque, simili però per la forma subappiattita (2).

Hydrobia acuta Drap. sp.

Tav. II. fig. 10-12.

Syn. *Paludina acuta* Drap.

Insieme alla *H. etrusca* si trovano esemplari ai quali corrispondono assai bene la descrizione e le figure della *Littorinella acuta* Braun. (*Paludina acuta* Drap.) date dall'Hörnes e da altri. Di questi esemplari ne ho figurato uno dei più grandi ed uno dei più piccoli, ingranditi cinque volte, tav. II. fig. 10-12, i quali per gli anfratti convessi in numero di sette e che vanno accrescendosi gradatamente, per la sutura profonda e per la forma della bocca e del labbro non presentano alcuna differenza con gli esemplari del bacino di Vienna, del bacino di Magonza, di Polonia e del bacino del Rodano. Trovasi principalmente al casino Cubbe.

Neritina mutinensis d'Anc.

Tav. II. fig. 21-28.

D'Ancona, *Sulle Neritine fossili dei terreni terziarî superiori dell'Italia centrale* p. 9 tav. I. fig. 5-6. Pisa 1869. — Doderlein, *Note illustrative della Carta geologica del Modenese e del Reggiano* p. 60. Modena 1872.

Il prof. D'Ancona ha descritto e figurato col nome di *Neritina mutinensis* una Neritina che si trova piuttosto abbondantemente a s. Valentino, a Castellarano nel Reggiano e a Sant'Agata nel Tortonese. Questa specie grande mill. 6-7 offre parecchie

(1) Eichwald, *Lethaea Rossica.* Vol. III. pag. 288 Pl. X. fig. 28. Stuttgart 1853.

(2) Brusina, *Fossile Binnen Mollusken aus Dalmatien, Kroatien u. Slavonien* pag. 64 Agram, 1874. — Neumayr u Paul, *Congerien u. Paludinen-schichten* etc. pag. 77 tav. IX. fig. 12. Wien. 1875

varietà dal lato degli ornamenti e per la forma talvolta si avvicina tanto alla *N. zebrina* Bronn da dover restare incerti se si abbia a considerare realmente come una specie distinta. Nei depositi lacustri di Sant'Agata il prof. Doderlein ne ha indicato più varietà le quali mi è occorso di ritrovare al casino Cubbe presso le Porcarecce nei monti livornesi. Le principali varietà toscane, rappresentate nella tav. II. ingrandite tre volte corrispondono alle seguenti già annoverate dal Doderlein:

fig. 21, 24 *Neritina mutinensis* var. *areolata.*

fig. 22 var. *lineis fuscis longitudinalibus rectis notata.*

fig. 23 var. *lineis fuscis flexuosis longitudinalibus exarata.*

L'esemplare fig. 25, visto per l'apertura nella fig. 26, ricorda la ornamentazione della *N. Bronni* d'Ancona; mentre la fig. 28 rappresenterebbe il tipo comune liscio. La fig. 27 corrisponde alla fig. 22 vista dal lato dell'apertura.

Ho trovato qualche esemplare di questa Neritina alla Puzzolente insieme alla *Melania curvicosta* e con questa stessa Melania fu trovata anche negli strati a Congerie del Licodiano e del Vizzinese.

Pisidium priscum Eichw.

Eichwald, *Lethaea Rossica* vol. III. pag. 89. Pl. V. fig. 8. Stuttgart, 1852. — Hörnes, *Fossile Mollusken des Wiener Beckens* vol. II. pag. 161 tav. 20 fig. I. Wien 1870.

Nelle marne compatte ferruginose con Pisidii del casino Sant'Andrea sotto Colognole si trovano esemplari i quali sotto ogni rapporto corrispondono perfettamente alle figure e alle descrizioni date dall'Hörnes per il *Pisidium priscum*, del bacino di Vienna; ma tali esemplari non rappresentano il tipo più abbondante nei monti livornesi che invece riferisco dubitativamente ad una delle forme che si trovano in Slavonia e che furono illustrate da Neumayr. Tenendo però conto della differenza di forma e grandezza che si nota nelle figure date dall'Hörnes e dall'Eichwald e non perdendo di vista la variabilità delle conchiglie degli strati a Congerie, si può anche dubitare se si tratti soltanto di forme o di specie distinte. In ogni modo giova sapere che nella nostra località non manca il tipo vero del *Pisidium priscum* Eichw. figurato da Hörnes e da Neumayr.

Pisidium solitarium? Neum.

Tav. III. fig. 1-4, 9.

Syn. *Pisidium priscum* Eichw. var.?

Neumayr u. Paul, *Die Congerien u. Paludinen-schichten Slavoniens* pag. 26 tab. VIII. fig. 35. Wien 1875.

Riferisco dubitativamente a questa specie il tipo più abbondante fra i pisidii raccolti presso il casino Sant'Andrea sotto Colognole nelle marne ferruginose che ho perciò indicate col nome di marne a pisidii.

Il Neumayr accenna i rapporti del *Pisidium solitarium* col *P. propinquum*; osserva che il *Pisidium solitarium* è il più grande fra i pisidii di Slavonia e dice che anche per questo carattere si riconosce facilmente; ma con tutto ciò basterà confrontare le figure del Neumayr con quelle del Pisidio toscano per rilevare subito che una differenza esiste nella forma della parte posteriore della conchiglia che

quasi si direbbe subcarinata. Le figure del *Pisidium priscum* date dall'Eichwald, meglio ancora di quelle dell'Hörnes per la stessa conchiglia raccolta nel bacino di Vienna, ricordano la forma che noto negli esemplari toscani, i quali per le dimensioni superano sovente quelli del bacino di Vienna.

Le fig. 1, 3, 9 tav. I. rappresentano il Pisidio che riferisco con dubbio al *P. priscum*, ingrandito due volte e visto esternamente, internamente e di fronte, considerando come parte anteriore quella che altri riguardano come posteriore; le fig. 2, 3 sono destinate a fare apprezzare la cerniera delle due valve ingrandita quattro volte per poterne rilevare tutte le particolarità.

Pisidium propinquum Neum.

Tav. III. fig. 5-6.

Questa forma meno comune della precedente nelle marne ferruginose dei monti livornesi è invece la più frequente in Slavonia. Gli esemplari italiani corrispondono alla figura data dal Neumayr e forse, meglio della specie precedente, ricordano il *Pisidium priscum* figurato dall' Hörnes ed il *Pisidium amnicum* di Müller dal quale questa forma fu distinta per essere la conchiglia un poco più allungata, per avere i denti laterali delle cerniere un poco più corti, per esserne più liscia la superficie ed anche in generale un poco minori le dimensioni.

La fig. 6 tav. III. rappresenta un esemplare di grandezza naturale e la fig. 5 ce lo mostra ingrandito due volte.

Pisidium trigonum Cap.

Tav. III. fig. 7-8.

Fra i numerosi pisidii che ho raccolto sotto il casino Sant'Andrea, ne ho trovati parecchi che si distinguono per la loro forma subtriangolare ed anche per la superficie alquanto più liscia di quella delle forme già ricordate. Questo Pisidio per la sua forma particolare ricorda il *Pisidium* sp. di Slavonia che il Neumayr ha confrontato col *P. supinum* A. Schmidt; però gli esemplari toscani raggiungono dimensioni due volte maggiori di quelle della valva figurata dal Neumayr ed anche per la forma ne differiscono un poco, essendo più decisamente triangolari, come si può rilevare dalla fig. 8 tav. III. che ci presenta questa conchiglia ingrandita due volte. Anche nella forma degli umboni e nella cerniera si notano piccole modificazioni che ben si possono rilevare dalla fig. 7 tav. III. la quale rappresenta, vista internamente e ingrandita nove volte, una porzione della valva destra.

Cardium solitarium Krauss.

Tav. III. fig. 10-16.

Cardium carinatum Desh. var.?

Krauss, *Die Mollusken der Tertiär. formation von Kirchberg an der Iller. Würtemberg naturwiss. Jahreshefte.* VIII. Ihrg. p. 155 tav. III. fig. 3. Stuttgart 1852.

Al casino Cubbe si trovano alcuni piccoli cardii perfettamente conservati i quali, sotto ogni rapporto, corrispondono così bene al cardio degli strati a Congerie del Wurtemberg, descritto e figurato da Krauss, che io non esito a riferirli alla stessa

specie, senza disconoscerne le affinità con talune varietà del *C. carinatum* Desh. Le fig. 10, 11, 12, 14, 15 rappresentano i relativi esemplari ingranditi cinque volte e permettono di apprezzarne le differenze di forma, numero delle coste e ornamentazione.

Il Krauss indica per gli esemplari tipici 30-32 coste convesse, transversalmente striate, e con tubercoletti sporadici; nota poi di aver trovato valve, che dubita se debbansi riferire ad altra specie, nelle quali invece si contano sole 28 coste.

A parte la piccola differenza che si nota fra gli esemplari del casino Cubbe riguardo alla forma più o meno rigonfia, si ricava altresì che le coste in talune varietà corte, tav. III. fig. 14, 15, sono appena 27; ma in generale oscillano fra 30 e 32 come si nota nell'esemplare fig. 11. La cerniera è esattamente in tutti la stessa e la fig. 16 è destinata a far meglio conoscere la forma del cardine della valva sinistra fig. 15, mediante un ingrandimento di cinque volte il vero. La figura 13 poi è un ingrandimento, venti volte il vero, di piccola porzione di tre coste dell'esemplare fig. 11. in quella parte della conchiglia la quale è priva dei tubercoletti che si notano così distinti nella fig. 14; dalla medesima si ricava altresì che le coste prive di tubercoli non sono perfettamente rotondate ma hanno il dorso subappiattito, come già ho accennato.

Questa conchiglia, per la sua forma ricorda alcune varietà del *Cardium carinatum* Desh., a tal segno che si potrebbe sospettare non essere altro che una forma ridotta della specie comune negli strati a Congerie dei dintorni di Ancona e Pesaro e a s. Giorgio nel Vizzinese e che non manca neppure nella valle della Morra e della Pescera. Per questa considerazione e per tutto quanto ho accennato prima, ho creduto di poter esprimere il dubbio che il *C. solitarium* possa essere il giovane di una delle tante varietà del *C. carinatum*.

Cardium praetenue Mayer.

Mayer, *Découverte des couches à Congèries dans le Bassin du Rhône.* Viertel Jahrschrift. Zurich 1871. — Fuchs. *Die Studien über die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands.* p. 25 tav. III. fig. 36, 37. Wien 1877.

A proposito degli esemplari di cardii raccolti al casino Cubbe e già altra volta riferiti alla specie che si trova a Bollène, dovrei ripetere quanto scrissi facendo conoscere gli esemplari provenienti dalle mollasse anconitane, aggiungerò soltanto che, trattandosi di così piccoli individui (lung. mm. 4) si può sempre sospettare che essi siano soltanto i giovani di altre specie; in ogni modo è bene sapere che questo tipo nei monti livornesi si trova negli strati a *Melanopsis Bonellii.*

Cardium nova-rossicum Barb.

Tav. III. fig. 17, 18, 21.

Barbot de Marny, *Geologia del Governatorato di Kherson*, pag. 156 fig. 3, 5. Pietroburgo 1869.

Di questa conchiglia, variabile per forma e per numero di coste, posseggo esemplari raccolti al casino Cubbe i quali conservano parte del guscio; per cui corrispondono assai bene al tipo figurato da Barbot de Marny e agli esemplari raccolti nelle mollasse di Monte Acuto.

Nella Tav. III. fig. 17, 18 ho fatto figurare in grandezza naturale alcuni modelli raccolti a Lodolaia, fra il casino Cubbe e Scaforno, i quali ritengo che si

possano riferire alla specie trovata per la prima volta nel mezzoggiorno della Russia. I modelli di Lodolaia meritano di essere anche confrontati col *Cardium incertum* Desh. e col *Cardium subdentatum* Desh., dei quali, oltre la forma e il numero approssimativo delle coste, offrono pure anche le dimensioni; ma per risolvere ogni dubbio sarebbe necessario di avere i gusci e di potere confrontare anche le cerniere.

Cardium Spratti Fuchs.

Tav. III. fig. 19, 20. Tav. IV. fig. 1 *d*.

Fuchs, *Studien über die jungern Tertiärbildungen Griechenlands*, p. 41 tab. V. fig. 25, 32. Wien 1877.

Al casino Cubbe sono abbondantissimi i frammenti di un Cardio il quale non mi lascia dubbio intorno alla sua identità col Cardio trovato in copia dal Fuchs nelle sabbie giallastre di Livonates. Nella tav. III. fig. 19 ho rappresentato uno degli esemplari di media grandezza e meno incompleto, la figura 20 rappresenta un modello proveniente da Lodolaia. Le dimensioni ordinarie, per quanto si rileva dai frammenti, corrispondono a quelle degli esemplari di Grecia, e del resto ripeterò anche questa volta ciò che dissi parlando del *C. Spratti* raccolto nella formazione gessosa di Ancona, e cioè: che questa specie va confrontata col *C. Gourieffi* di cui forse non è altro che una varietà; probabilmente anche il *Cardium bollense*, descritto ma non figurato da Mayer, va riferito a questa specie, forse anche il *C. sociale* di Krauss non è altro che il giovane di una varietà del cardio così comune negli strati a *Melanopsis Bonellii* di Grecia, d'Italia e di Francia?

Modelli e impronte di *Cardium Spratti* si trovano nelle marne a Congerie intercalate coi gessi superiori nella sezione del torrente Morra e nella valle della Pescera. Nella tav. IV. fig. 1 *d* vedesi la impronta di un frammento che ritengo appartenente a questa stessa specie; forse vi si potrebbero riferire eziandio taluni dei modelli raccolti a Lodolaia e quei frammenti i quali si trovano nel Reggiano e nel Tortonese, insieme alla *Melania curvicosta*, che dal Doderlein furono indicati col nome di *Hemicardium pectinatum*.

Cardium subtile ?? Mayer.

Mayer, *Les couches à Congèries dans le bassin du Rhône*, pag. 17.

Dubitativamente riferisco a questa specie alcune piccole valve di un cardio il quale potrebbe essere un giovane del *C. edentulum*, sebbene corrisponda abbastanza bene alla descrizione che il Mayer ha dato della specie raccolta per la prima volta a Bollène e che si distingue altresì per la ineguaglianza delle valve. D'ordinario gli esemplari sono lunghi 10-15 millimetri.

Cardium squamulosum Desh.

Tav. IV. fig. 1 *a*; fig. 5 *a a'*.

Deshayes, *Description des coquilles fossiles recueillies en Crimée par M. De Verneuil*. Mém. de la Société géol. de France. Sér. I. Tom. III. pag. 48 pl. I. fig. 14, 16. Paris 1838.

Syn. *C. Odessae?* Barb. in parte.

Nella Memoria sugli strati a Congerie dei dintorni di Ancona, parlando del *C. Odessae* ebbi occasione di far notare i rapporti fra il grosso cardio trovato da

De Verneuil in Crimea (*C. squamulosum*) e i piccoli esemplari raccolti in Italia e nel Governatorato di Kherson (*C. Odessae*). In quella circostanza feci osservare che le grandi analogie per le due specie e la probabilità che una di esse fosse fondata sopra giovani esemplari dell'altra, erano state pure accennate da R. Hörnes e, lasciando in disparte tipi che altra volta avevo confusi col *C. Odessae*, ritenni per tali solamente quelli che riproducevano il tipo del *C. squamulosum*. Già nel 1868 confrontando i fossili degli strati a Congerie di Valacchia con quelli della Crimea e della Toscana aveva avvertito che la fauna salmastra con piccoli cardii della valle del Marmolaio, risultava dei medesimi tipi stati trovati in Crimea e che gli esemplari italiani differivano soltanto perchè erano di dimensioni notevolmente minori (1). Le marne ferruginose con impronte di cardii che ebbi la fortuna di scoprire di recente nella valle della Pescera cominciano a provare quanto fosse fondata quella mia asserzione; il dubbio manifestato più apertamente nello scorso anno intorno alla identità del *C. squamulosum* col *C. Odessae*, ormai è divenuto certezza. Parecchi importanti frammenti di modelli e impronte nelle marne a Congerie delle vicinanze della Farsica, ove per la prima volta in Toscana trovai i piccoli modelli di cardii convertiti in limonite, provano che anche in taluni giacimenti italiani i cardii degli strati a Congerie raggiunsero le dimensioni di quelli della Crimea e del bacino di Vienna e la certezza di avere fra essi il vero *Cardium squamulosum*, autorizza a ritenere in avvenire come esemplari giovani di questa specie la maggior parte di quelli che altra volta sono stati indicati col nome di *C. Odessae*.

Gli esemplari figurati nel saggio di marna tav. IV. fig. 5 *a*, *a'* della sezione lungo il torrente Morra, corrispondono al *Cardium Odessae* quale si trova alla Farsica, nella valle del Marmolaio, nelle mollasse di Ancona e Pesaro e nel Vizzinese; ma non soltanto penso che non si abbia più a considerare come specie distinta, ma si può ancora sospettare che talvolta sotto questo nome siano stati confusi esemplari giovani di più specie. Non è infatti improbabile che gli esemplari del tipo tav. IV. fig. 5 *a* siano dei giovani del *Cardium plicatum* Eichw. con uno sviluppo quale raggiungono nel bacino di Vienna (2).

Cardium Sp.

Tav. IV. fig. 1 *b*.

Nella tav. IV. fig. 1 *b* è rappresentato un frammento di cardio il quale, mentre non si può confondere con il *C. squamulosum*, d'altra parte non si saprebbe a quale specie riferirlo con precisione. È da notare che si tratta di altro cardio che nella valle del Marmolaio raggiunse grandi dimensioni e, quando si avranno migliori esemplari, non dubito che si potrà indentificare con qualcun'altra delle specie di Crimea descritte dal Deshayes, forse col *Cardium macrodon*. Giova ricordare che si trovano alla Farsica taluni piccoli modelli di cardii limonitizzati che, in piccole dimensioni, rappresentano appunto questa specie, come già ebbi ad osservare altra volta.

(1) Capellini, *Giacimenti petroleiferi di Valacchia*. Mem. dell'Accad. delle scienze dell'Istituto di Bologna. Serie 2ª tom. VII. Bologna 1868.

(2) Hörnes M., *Fossilen Mollusken der Tertiärbecken von Wien*, pag. 202 taf. 3 fig. 1. Wien 1870.

Cardium Panticapaeum Bayern.

Tav. IV. fig. 2.

Hörnes R., *Die fauna der eisenschüssingen Thone* (Congerien schichten) *an der Kertschstrasse*. Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt XXIV. B, 1 Heft pag. 66 taf. V. 3. Wien 1874.

Riferisco a questa specie alcuni piccoli cardii che si trovano nelle marne ferruginose della valle della Pescera e nella valle della Morra. Questa specie figurata per la prima volta da R. Hörnes fra i fossili di Kamiousch Bouroun, forse non è altro che una delle forme del *Cardium crassatellatum* Desh. e probabilmente non si tratta che di semplici varietà e di esemplari giovani.

Il signor R. Hörnes ha fatto apprezzare anche i rapporti del *C. Panticapaeum* con altre specie da esso distinte fra i fossili di Crimea e cioè: il *C. Tamanense* e il *C. Gourieffi* var. coi quali gioverà confrontare altresì gli esemplari toscani, quando se ne avranno in buon numero e di diverse grandezze.

Cardium castellinense Cap.

Tav. IV. fig. 3.

Capellini, *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 68 tav. VIII. fig. 11. Bologna 1874. — *Gli strati a Congerie e le marne compatte mioceniche dei dintorni di Ancona*, pag. 18 tav. I. fig. 27. Roma 1879.

Mentre talune specie vanno scomparendo dai nostri cataloghi a mano a mano che, per moltiplicate ricerche, trovati esemplari migliori e di età diverse, si riconosce essere stati talvolta distinti come specie nuove i giovani esemplari di specie già conosciute, ovvero alcune semplici varietà; per altri tipi si riscontra tale costanza di caratteri da doverne ritenere ben fondata la loro separazione dalle altre specie conosciute. Per ora il *Cardium castellinense* si è presentato con i medesimi caratteri, tanto nella valle del Marmolaio e della Pescera, quanto nei dintorni di Ancona, e sebbene non abbia perduto di vista i suoi rapporti col *C. simplex*, finora credo di doverlo riguardare come specie a parte. La fig. 3 tav. IV. rappresenta un bellissimo modello che si osserva in un saggio delle marne ferruginose della valle della Pescera nelle quali questo tipo non è raro.

Cardium Partschi? Mayer.

Tav. IV. fig. 5 *b*

Mayer, *Les couches a Congèries dans le bassin du Rhône*, pag. 11. Zurich 1871.

Riferisco dubitativamente a questa specie alcuni piccoli cardii che si trovano negli strati a Congerie della valle della Morra e dei quali se ne vedono due esemplari rappresentati nella tav. IV. fig. 5 *b*. Per la forma generale, per il numero delle coste 12-14 e per altri caratteri, gli esemplari italiani corrispondono a quelli di Francia coi quali ho potuto confrontarli direttamente; ma fra gli esemplari della valle della Morra ve ne hanno di dimensioni un poco maggiori e potrebbe darsi che anche in questo caso si trattasse soltanto di giovani di altre specie, ovvero di semplici varietà.

Cardium carinatum Desh.

Tav. IV. fig. 6.

Deshayes, Mem. cit. pag. 54 Pl. II. fig. 16-18. Paris 1878. — R. Hornes, *Tertiär studien IV. Die fauna der eisenschüssingen Thone* (Congerien schicten) *an der Kertschstrasse*, pag. 64 taf. V. fig. I. Wien 1874.

Questa specie, variabilissima e tanto frequente negli strati a Congerie di Crimea, fu da me segnalata, per la prima volta in Italia, nella mollassa del Trave nei dintorni di Ancona; in seguito ne ho trovato esemplari nelle marne ferruginose della valle della Pescera, d'onde proviene l'esemplare figurato nel quale si contano 24-25 coste. Per la forma e per le dimensioni gli esemplari della Pescera non differiscono da quelli raccolti nei dintorni di Ancona e di Pesaro; ma finora non mi è occorso di trovarne in copia e con altrettante varietà quante ne sono già state riscontrate ivi e in Crimea.

Non manca la varietà che il Bayern ha fatto conoscere col nome di *C. carinatum* var. *major* Bayern, descritto e figurato da R. Hörnes e che, insieme ad altre forme, ho figurato io pure nella illustrazione degli strati a Congerie anconitani (').

Cardium paucicostatum Desh.

Tav. IV. fig. 7.

Deshayes, Mem. cit. pag. 52. Pl. II. fig. 14, 15.

Fra i cardii della Morra e della Pescera ve ne hanno alcuni i quali, per la forma, per il numero delle coste e per altri caratteri non saprei distinguere dal *C. paucicostatum* Desh. o dal *C. subpaucicostatum* di R. Hörnes. Differiscono per le dimensioni, ma ormai è reso evidente quanta poca importanza si debba attribuire a questo carattere, quando si tratta degli strati a Congerie pei quali bisogna tener conto di un complesso di circostanze che hanno grandemente influenzato l' insieme degli elementi componenti le faune locali e il loro relativo sviluppo. Nell'esemplare tav. IV. fig. 7 si contano 12 a 13 coste, come nel tipo di Crimea illustrato da Deshayes, ed ha grande importanza questo aumento delle specie comuni agli strati a Congerie del mezzogiorno della Russia e a quelli della Toscana, in conferma dei rapporti che fino da principio aveva intraveduti fra le due regioni.

Per risolvere ogni dubbio intorno ai riferimenti di questa specie, sarebbe importante di scoprire giacimenti fossiliferi nei quali i molluschi conservassero i loro gusci, come in parte si verifica alla Morra e al casino Cubbe; mentre nella valle della Pescera, ove i cardii raggiungono sviluppo non inferiore a quello degli esemplari di Crimea, finora bisogna contentarsi di modelli e impronte non sempre facili a decifrare.

Cardium Abichi R. Hörnes.

R. Hörnes, Mem. cit. pag. 53 tab. III. fig. 7, 16. Wien 1879. — Capellini, *Strati a Congerie dei dintorni di Ancona*, pag. 16 tav. I. fig. 12. Roma 1879.

Questa specie della quale ho raccolto bellissimi esemplari a Monte Acuto e al Trave nei dintorni di Ancona, e della quale già aveva scoperto modelli limonitizzati

(') *Gli strati a Congerie e le marne compatte mioceniche dei dintorni di Ancona.* Mem. della r. Accad. de' Lincei, sez. 3ª vol. III. pag. 22 tav. II. fig 9, 10. Rom · 1879.

alla Farsica, si trova anche nella vicina valle della Pescera e, per la costanza di tutti i suoi caratteri, sembra essere una specie bene accertata.

Congeria simplex Barbot.

Tav. IV. fig. 1 *f*; fig. 2 *b*; fig. 5 *c*.

Per terminare di dire dei fossili raccolti negli strati a Congerie dei monti livornesi e della valle del Marmolaio, mi resta da accennare brevemente le diverse specie di Congerie che si incontrano e delle quali posseggo numerosi e belli esemplari. Fin da quando ebbi ad annunziare per la prima volta i fossili degli strati a Congerie della valle del Marmolaio, fra i modelli limonitizzati delle conchiglie della Farsica indicai la *Congeria simplex;* ma trattandosi di dover indicare la specie con soli modelli, non mi fu possibile di scorgere differenza fra la Congeria delle marne ferruginose di Toscana e quella del calcare di Odessa.

Le scoperte degli strati a Congerie nella valle del torrente Morra e più tardi nei dintorni di Ancona, mi posero in grado di distinguere anche in Italia più specie di Congerie associate in un medesimo giacimento, come si verifica nel bacino del Rodano, in Grecia, in Austria-Ungheria ed in Crimea.

Gli esemplari citati, che in parte si trovano nella marna della Morra e in parte in quella della Pescera, mantenendo i caratteri della specie indicati dal Barbot mostrano quanto anche questa conchiglia possa variare per la forma e per le dimensioni, e forse talune di esse che tuttavia vengono accettate come specie distinte, realmente non sono altro che varietà. Per le considerazioni che sono a farsi intorno ai rapporti della *Congeria simplex*, rinvio il lettore a quanto ne scrissi nella Memoria sopra gli strati a Congerie dei dintorni di Ancona, limitandomi qui ad accennare che, ad eccezione delle marne ferruginose con pisidii, ho trovato la *Congeria simplex* in tutti i giacimenti fossiliferi degli strati superiori a Congerie della Toscana e delle Marche.

Congeria rostriformis Desh.

Tav. IV. fig. 4; fig. 5 *d*.

Syn. *Mytilus rostriformis* Desh. *Mytilus gracilis*? Rouss.

Deshayes, Mem. cit. pag. 61. Pl. 4 fig. 14, 15, 16. Paris 1838. — R. Hörnes, Mem. cit. pag. 69 taf. V. fig. 5. Wien 1874.

La *Congeria rostriformis* notata dal Deshayes fra i fossili raccolti in Crimea del barone de Verneuil e ritrovata in quantità a Kamiousch Rouroun e Taman dal sig. Bayern, si distingue facilmente dalla *Congeria simplex* per la sua forma meno appuntata, l'apice un poco curvo, la sua superficie poco convessa con solchi e fine strie di accrescrimento.

Quando annunziai i fossili degli strati a Congerie trovati nella valle della Morra, notai una Congeria diversa dalle *C. simplex* e la dissi affine alla *C. auricularis*. Per le scoperte fatte lungo le rive del torrente Pescera e per nuovi e numerosi esemplari che ho potuto raccogliere nelle marne a Congerie della Morra, ho potuto acquistare la certezza che insieme alla *C. simplex* in entrambi i giacimenti è abbondante la *Congeria rostriformis* Desh. sp. tipica e delle stesse dimensioni che

presenta nei classici giacimenti di Crimea. Gli esemplari tav. IV. fig. 4 e fig. 5 *d* sono tutti nella marna della Morra, conservano il guscio e in parte ancora i colori; esemplari di dimensioni ancora maggiori si trovano nella marna ferruginosa della Pescera, ma quasi tutti ridotti a impronte e modelli.

Vi sono esemplari lunghi circa 18-20 millimetri e lunghi 9-10.

Questa specie torna in appoggio dei rapporti fra gli strati a Congerie della Crimea e della Toscana.

Congeria amigdaloides Dunker.

Dunker u. v. Meyer, *Palaeontographica.* Bd. I. pag. 16 tab. XXI. fig. 8, 9.

Insieme agli esemplari di *Congeria rostriformis,* ma ben distinti per la forma generale della conchiglia e per essere anche molto più turgidi, nelle marne della Morra se ne trovano alcuni che ritengo di potere identificare con la specie scoperta dapprima nel Wurtemberg a Ober e Unterkirchberg e notata dal dott. Fuchs fra i fossili degli strati a Congerie di Trakones (') col nome di *Congeria amigdaloides.*

Congeria subcarinata Desh.

Syn. *Mytilus, subcarinatus* Desh.

Deshayes, Mem. cit. pag. 62 Pl. 4 fig. 12, 13. Paris 1838. — Fuchs Th., *Die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 42 taf. V. fig. 35, 38. Wien 1877.

Nelle sabbie giallastre con cardii e *Melanopsis Bonellii* del casino Cubbe, le quali hanno così stretti rapporti con le sabbie giallastre a Congerie e cardii di Livonates, si trova la *Congeria subcarinata* Desh. raccolta dal prof. Fuchs a Livonates e che si incontra anche a Bollène nella valle del Rodano.

In Toscana questa specie è ridotta a piccole dimensioni e, senza la sua forma caratteristica e gli esemplari ben conservati ma rari che ho potuto procurarmi, avrei potuto dubitare che si trattasse di altra specie o varietà; ma dopo tante prove del poco valore da attribuire alle sole dimensioni degli esemplari, non esito a segnalare anche la *Congeria subcarinata* Desh. fra i fossili del casino Cubbe, e quindi nel piano a *Melanopsis Bonellii.* Gli esemplari finora trovati in Toscana sono lunghi appena 12-14 millimetri.

Fossili degli strati a Melanopsis impressa nella valle della Sterza di Laiatico.

Melanopsis impressa Krauss.

Tav. V. fig. 1-6.

Krauss, *Die Mollusken der Tertiär Formation von Kirchberg an der Iller.* Wurtemb. naturw. Iahreshefte p. 143 taf. III. fig. 3. Stuttgart 1852. — Hörnes M., *Die fossilen Mollusken der Tertiärbeckens von Wien.* pag. 596 taf. XLIX. fig. 10. Wien 1856.— Fuchs Th., *Ueber der sogennanten chaotischen Polymorphismus und einige Fossile* Melanopsis-arten. Verhandlungen. d. k k. zool. bot. Gesellsch. B. XXII. p. 5 taf. I. fig. 13. Wien 1872.

La *Melanopsis impressa,* descritta e figurata per la prima volta da Krauss, somiglia così poco agli esemplari trovati nella valle della Sterza che, se non avessi

(') Fuchs. Th., *Die jungeren tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 6. taf. I. fig. 8. Wien 1877.

avuto per confronto quelli del bacino di Vienna, avrei per lo meno sospettato che fra gli esemplari italiani e quelli del Wurtemberg vi fosse quasi la stessa differenza che passa fra la *Melanopsis Martiniana* e la *Melanopsis Bonellii*.

Gli esemplari del Wurtemberg, infatti, lunghi appena 16 millimetri, sembrano una riduzione di taluna delle forme degli esemplari di Toscana, avvegnachè questi riproducono in grande i caratteri a quella specie assegnati dal Krauss; ma si potrebbe ancora sospettare che si trattasse di esemplari giganteschi della *M. Dufourii* Fer. (von Hauer) la quale effettivamente non si può confondere con la *Melanopsis impressa*. Col nome di *Melanopsis impressa* il dott. M. Hörnes ha figurato una *Melanopsis* identica a questa della valle della Sterza e la figura 10 della tav. XLIX. dell'opera sopra ricordata corrisponde benissimo alle forme che io ho fatto rappresentare nella tav. V. figure 3-5; però è facile di rilevare che tanto in questi esemplari quanto in quelli del bacino di Vienna non si contano soltanto 3-4 anfratti, come è indicato nelle descrizioni di Krauss e dell'Hörnes stesso, ma perfino 7, 8 (nell'esemplare figurato dell'Hörnes sono almeno sei). Il dott. Fuchs in una interessante Nota sopra alcune specie di *Melanopsis* ha fatto conoscere come negli strati a Congerie anche le *Melanopsis* presentano passaggi e modificazioni da dover talvolta rimanere incerti se si tratti di una piuttosto che di altra specie, ed ha figurato non pochi esemplari di *Melanopsis Martiniana* i quali costituiscono quasi una graduata transizione della *M. impressa* alla *M. Vindobonensis;* a Kup vi hanno esemplari di *Melanopsis impressa* che passano alla *M. Martiniana* (').

Gli esemplari della valle della Sterza rappresentati nella tav. V. fig. 1-6, mentre non si può dubitare che appartengano tutti quanti alla *M. impressa,* può dirsi che segnino quasi un graduato passaggio fra essa e la *Melanopsis buccinoidea* e var., che si trovano in strati inferiori a quelli della *M. impressa* e che (almeno nella valle della Sterza) scompare per cedere il posto alla *M. impressa* la quale apparisce come specie di ben nota tolleranza fisiologica; infatti fu ritrovata in strati con fauna di acqua dolce, in altri di acqua salmastra e perfino in taluni con fauna decisamente marina. La fig. 6 tav. V. rappresenta il tipo che meglio di ogni altro corrisponderebbe a quello della *Melanopsis Dufouri* Fer. e per convincersene basta confrontare questa figura, della esatta grandezza dell'esemplare, con le fig. 13, 15 tav. I., che rappresentano ingrandito quattro volte l'esemplare fig. 14 della stessa tavola.

È probabile che spettino a questa specie talune delle impronte di grandi *Melanopsis* che si osservano nelle marne che accompagnano i depositi di lignite del Casino presso Siena e di Sarzanello in val di Magra.

Valvata Tournoueri Cap.

Tav. V. fig. 7-12.

Nelle marne a *Melanopsis impressa,* insieme a numerose piccole valvate liscie, ve ne hanno non pochi esemplari di un tipo affatto distinto e dei quali nella tav. V. fig. 7-12 ve ne sono rappresentati taluni ingranditi venti volte e visti da più lati.

(') Fuchs Th., *Die fauna der Congerienschichten von Tihany am Plattensee und Kup bei Papa in Ungarn;* p. 15. Jahrbuck der k. k. geol. Reichsanst. XX. B. Wien 1870.

Questa graziosa conchiglia si compone di tre o quattro anfratti subcarinati che formano una spira molto ottusa e sono fra loro distinti da sutura profonda, ha un umbilico ampio, la bocca rotonda; a occhio nudo apparisce liscia, ma con forti ingrandimenti si mostra ricoperta da strie finissime; gli esemplari più grandi raggiungono appena un millimetro di larghezza e un poco meno di altezza. Con tali caratteri la piccola *Valvata Tournoueri* mentre non si può confondere con nessun altra, ricorda alcune delle specie descritte e figurate dal Fuchs fra i fossili di Tihany (1).

Per la forma e per la grandezza la Valvata toscana che ho dedicata al valente conchiologo Tournouer offrè un tipo intermedio fra la *Valvata gradata* Fuchs e la *Valvata bicincta* Fuchs; alla prima somiglia pel modo col quale procede la spira, alla seconda per l'ampiezza dell'umbilico e per la traccia di carena che si nota nella Valvata della valle della Sterza di Laiatico. Una qualche somiglianza presenta a prima vista con la *Valvata helicoides* Stol; ma ne differisce per il portamento della spira e soltanto ci si appalesa come il rappresentante della specie di Inzersdorf, nella valle della Sterza (2).

Valvata minima Fuchs

Fuchs. Th., *Ueber die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 14 taf. I. fig. 25, 27 Wien 1877.

Il distinto paleontologo viennese dott. Th. Fuchs, fra i fossili da esso raccolti a Megara, ha distinto col nome di *Valvata minima* una piccola conchiglia alla quale sotto ogni rapporto parmi che corrispondano esattamente alcune piccole valvate che ho trovato abbondanti nella marna a *Melanopsis impressa*. La conchiglia si compone di tre a quattro anfratti rotondati, distinti da sutura profonda; la bocca è rotonda e l'umbilico mediocre; nell'insieme la conchiglia ha forma subconica e ricorda la specie seguente.

Valvata variabilis Fuchs var.

Fuchs Th., *Die Fauna der Congerienschichten von Radmanest in Banate*, p. 4 taf. XIV. fig. 10-12 Jahrbuch der k k. geol. Reichs. B. XX. Wien 1870.

Fra i fossili di Radmanest, al cui orizzonte corrispondono gli strati a *Melanopsis impressa* della valle della Sterza, il Fuchs ha indicato col nome di *Valvata variabilis* una Valvata che varia per dimensioni e per forma, mantenendosi costanti i principali caratteri. Nella valle della Sterza ho trovato abbondantissima una piccola Valvata la quale per le dimensioni corrisponde presso a poco alla *Valvata adeorbis* Fuchs; ma per la forma generale della conchiglia e per il rimanente parmi che corrisponda alla comune *Valvata variabilis*, però di dimensioni appena la metà dei più piccoli esemplari di Radmanest perchè raggiunge soltanto circa 2 millimetri di

(1) Fuchs Th., *Die fauna der Congerienschichten von Tihany am Plattensee und Kup bei Papa in Ungarn.* Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 20. B. taf. XXI. Wien 1870.

(2) Stoliczca Dr. F., *Beitrag zur Kenntniss der Molluskenfauna der Cerithien und Inzersdorferschichten des Ungarischen Tertiärbeckens.* Verhandlungen der k. k. zoologischen botanischen Gesellsch, in Wien. XII. B. p. 535 taf. 17 fig. 5. Wien 1862.

larghezza e mm. 2 $^1/_2$ di altezza. Questa Valvata si trova ancora a Tihany e a Kup ed ivi è appunto più piccola che a Radmanest.

Gli anfratti sono rotondati e in numero di 4-5, la bocca rotonda, la superficie apparentemente liscia e lucente, ma in realtà finamente striata; l'umbilico distinto. Vi sono esemplari che sembrano costituire un passaggio da questa specie alla *Valvata minima* precedentemente notata.

Hydrobia incerta Cap.

Tav. V. fig. 13-16.

Hydrobia elegantissima Frfld. var.??

Piccola conchiglia turricolata, grande appena m. 2-2 $^1/_2$ con 5 o 6 anfratti cinti da elegante cordoncino a modo di carena; confrontata con le conchiglie provenienti da piani corrispondenti a questo della Sterza trova riscontro nella *Hydrobia Eugeniae* Neum. di Arapatak e anche maggiormente si accosta alla *Hydrobia elegantissima* Frauenfeld raccolta a Vargyas e altrove senza che a mio avviso si possa confondere nè con una specie nè coll'altra. Anche taluna *Pyrgula* di Radmanest ricorda in complesso la forma della graziosa conchiglia della quale si tratta, ma le differenze sono ancora più notevoli e non è il caso di occuparsene.

L'*Hydrobia Eugeniae* somiglia alla specie toscana per la forma generale e per il cordoncino che gira attorno agli anfratti, sicchè a prima giunta si direbbe essere questa nient'altro che una riduzione degli esemplari della specie trovata a Arapatak i quali sono lunghi fino a nove millimetri. Il Neumayr ha notato i passaggi dalla *H. Eugeniae* alla *Hydrobia elegantissima* ed è, tenendo conto di questo polimorfismo e delle varietà grandi che presentano i molluschi degli strati a Congerie, che ho espresso il dubbio se la piccola *Hydrobia* della valle della Sterza non potrebbe essere una varietà della *H. elegantissima*, della quale insieme ad essa ho trovato qualche esemplare tipico ma per conseguenza assai diverso. Stando alla figura, nella *H. Eugeniae* si hanno 8, 9 anfratti, il qual numero è di gran lunga maggiore che nella specie toscana; ma ripeto che le due conchiglie sono molto simili (').

Con la *Hydrobia elegantissima* Frfld. la nostra specie ha più stretti rapporti per il numero degli anfratti 5 a 6; ma la sua forma è più slanciata e manca quella specie di seconda carena che neppure si trova nella *H. Eugeniae*, ma che orna la *H. elegantissima* tipica. Nella tavola V. fig. 13-16 sono rappresentati alcuni esemplari ingranditi venti volte per farne meglio apprezzare la forma e gli ornamenti.

Hydrobia elegantissima Frld.

Frauenfeld, *Zoologische Miscellen. Drei neue Paludinen.* Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. XIV. Band. pag. 151 taf. V. fig. 6. Wien 1864.

Di questa graziosa conchiglia che fu trovata per la prima volta negli strati a Congerie di Arapatak in Transilvania vi hanno esemplari tipici nelle marne a

(') Herbich u. Neumayr, *Die Susswasserablagerungen in Südöstlichen Siebenburgen*, p. 423 taf. XVII. fig. 9-11. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst. B. XXV. Wien 1870.

Melanopsis impressa della valle della Sterza. Anche il Neumayr ha fatto osservare che questa specie per la forma più tozza e per le sue carene o linee che cingono l'ultimo anfratto non si può confondere con quelle del tipo della *H. Eugeniae,* ed il Frauenfeld aveva giustamente avvertito che questa piccola *Hydrobia* riproduce la forma della *Vivipara Vukotinovici* da esso fatta conoscere fino dal 1862.

Melania inaspecta Fuchs.

Tav. VI. fig. 1-3.

Fuchs Th. *Die Fauna der Congerienschichten von Tihany am Plattensee und Kup bei Papa in Ungarn.* pag. 9 taf. XX. fig. 19-23. Jahrbuch der k. k. geologisch. Reichsanst. XX. B. Wien 1870.

Nelle marne con *Melanopsis impressa* della valle della Sterza trovasi abbondante una piccola Melania liscia che ho fatto rappresentare ingrandita 20 volte nella tav. VI. fig. 1-3. Questa conchiglia si compone di sette anfratti separati da sutura profonda; l'apertura buccale è ovato-rotondata, integra. La base dell'ultimo anfratto è rotondata; la conchiglia è alta mm. 2-2 $^1/_2$ e non oltrepassa guari la larghezza di mezzo millimetro.

Melania turbinelloides Fuchs.

Fuchs Th., Mem. cit. pag. 9 tav. XX. fig. 24-28.

Con la specie precedente trovansi alcuni esemplari i quali meritano di essere distinti per la forma generale della conchiglia, per gli anfratti alquanto più appiattiti e per la sutura più marcata e accompagnata da una specie di striscia che accenna quasi ad una carena. Questi esemplari corrispondono alle figure date dal Fuchs per la *Melania turbinelloides*; ma, sopratutto per la forma della sutura e degli anfratti, ricordano anche la *Melania suturata* Fuchs degli strati sarmatiani di Ottakring. Gli esemplari della valle della Sterza corrispondono alla *Melania turbinelloides* anche per le dimensioni (altezza millimetri 1 $^1/_2$, larghezza $^1/_2$ millimetro) e per il numero degli anfratti che sono 7; mentre nella *M. suturata* si contano otto a nove anfratti e le dimensioni sono cinque volte maggiori di quelle della specie citata.

Bithynia (Hydrobia) margaritula Fuchs. sp.

Tav. VI. fig. 4-6.

Fuchs Th., *Die Fauna der Congerienschichten von Radmanest in Banate*, pag. 6 taf. XIV. fig. 54-55. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1870.

Questa conchiglia di un millimetro appena di altezza ha una forma rotondeggiante ed una spira composta di soli quattro anfratti, l'ultimo dei quali è talvolta più alto di tutto il rimanente della spira. L'apertura buccale è rotondeggiante, un poco ingrossata, la superficie della conchiglia apparentemente liscia. Gli esemplari della valle della Sterza sono rappresentati nella tav. VI. fig. 4-6 in grandezza otto volte maggiore del vero.

Bithynia (Hydrobia) proximoides Cap.

Tav. VI. fig. 7-9.

Con questo nome distinguo una piccola conchiglia la quale mentre per le dimensioni e per il numero degli anfratti si potrebbe confondere con la *Bithynia*

margaritula Fuchs, per la forma degli anfratti stessi e per la tendenza a diventare carinata ricorda la *B. proxima* e la *B. obtusecarinata* che trovansi associate con la *B. margaritula* a Tihany sulle rive del lago Balatone.

Le fig. 7, 8 tav. VI. rappresentano questa conchiglia ingrandita venti volte. Alcuni opercoli di *Bithynia* i quali ricordano quelli della *B. labiata* che si trovano a Vargyas in Transilvania, provano che nella valle della Sterza vi sono ancora altre scoperte da fare in fatto di *Hydrobiaee!*

Neritina obtusangula Fuchs.

Fuchs Th., *Die fauna der Congerienschichten von Radmanest in Banate*, pag. 10 taf. XIV. fig.73-74. Jahrbuch der k. k. geologisch. Reichsanst. XX. B. Wien 1870.

Questa Neritina, descritta e figurata da Fuchs fra i fossili di Radmanest e che si trova anche a Tihany, non manca nella valle della Sterza ma è piuttosto rara.

Gli esemplari italiani per nulla differiscono da quelli illustrati da Fuchs e sebbene decolorati vi si scorgono le traccie delle macchiette ovali che ornano tutta la conchiglia. Gli esemplari sono alti 5 millimetri e larghi fino a 7.

Neritina Anconae Cap.

Tav. VI. fig. 10.

Nelle marne con *Melanopsis impressa* trovasi abbastanza rara una piccola elegantissima neritina che dapprima sospettai potesse essere una semplice varietà della *Neritina Bronni* che accompagna nello stesso giacimento. Gli esemplari finora raccolti sono alti circa millimetri $1\,^1/_2$ e larghi circa 2; hanno la forma della *Neritina Sinjana* di Brusina e come questa specie sono ornati da sottilissime linee fulve, molto più fine e molto più regolari che nella specie di Dalmazia. Gli ornamenti ricordano un poco quelli della *Neritina Bronni* D'Anc., hanno però andamento affatto diverso e il confronto con veri esemplari della *Neritina Bronni* dello stesso giacimento non permette di confondere le due specie. Uno dei migliori esemplari finora raccolti è rappresentato nella tav. VI. fig. 10 ingrandito otto volte. Vi sono esemplari ornati da maggior numero di linee e di colore più scuro.

Neritina Bronni D'Anc.

D'Ancona C., *Sulle Neritine fossili dei terreni terziari sup. dell'Italia centrale*, pag. 5 tav. II. fig. 4. Pisa 1869.

Trovasi con la specie precedente, ma assai più rara e in piccoli esemplari.

Lymnaeus sp.

Il cattivo stato di conservazione degli esemplari di questo genere finora raccolti nella valle della Sterza non mi permette di riferirli con sicurezza ad alcuna delle specie note; ciononostante posso dire che essi ricordano il tipo del *Lymnaeus Balatonicus* Fuchs e in ogni modo è interessante di notare che anche questo genere ha i suoi rappresentanti negli strati a Congerie della valle della Sterza, come a Tihany e a Radmanest.

Cardium Lawley Cap.

Tav. IV. fig. 11-14.

Conchiglia equivalve, rotondeggiante, subequilaterale, con numerose coste (circa 30) rotondate finamente squammoso-imbricate come nel *Cardium obsoletum* di Eichwald. Per la forma ricorda un poco il *Cardium Karreri* Fuchs e per le dimensioni e per gli ornamenti il *Cardium pseudobsoletum* Fuchs.

Nella tav. VI. la fig. 12 ci mostra un esemplare ingrandito due volte e nella fig. 11 si ha un altro esemplare ingrandito cinque volte. Affinchè di questo grazioso piccolo Cardio fosse possibile di ben apprezzarne gli ornamenti delle coste pei quali sono evidenti i suoi rapporti col *Cardium obsoletum* del bacino di Vienna, ho fatto rappresentare con un forte ingrandimento (50 volte) porzione delle coste mediane tav. VI. fig. 13 e porzione di quelle del lato posteriore tav. VI. fig. 14.

Non potendo proporre un nome che esprima i rapporti di questa conchiglia con il *Cardium obsoletum* ho dedicato questa specie al distinto e zelante naturalista cav. Lawley che mi fu compagno in parecchie escursioni nei monti livornesi e nella valle della Sterza. Non avendo esemplari del *Cardium pseudobsoletum* e dovendomi limitare ai confronti con le figure, trovo che esso ha un numero assai minore di coste (nella figura data dal Fuchs se ne contano 22) e la sua forma è alquanto più larga; le dimensioni del cardio di Matzleinsdorf (millimetri 8 per millimetri 7) sono però approssimativamente le stesse di quello della Sterza.

Cardium desertum Stol.

Tav. VII. fig. 1.

Stoliczka Dr. F., *Beitrag zur Kentniss der Molluskenfauna der Cerithien und Inzersdorfer Schichten des Ungarischen Tertiärbeckens.* Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. XII. B. p. 538 taf. 17 fig. 10. Wien 1862.

Conchiglia inequilaterale, trapezoidale, anteriormente rotondata, posteriormente subtruncata e subcarinata; si nota un solo piccolo dente subtriangolare. Le coste sono numerose (35-40) percorse in traverso da sottili lamelle imbricate che ricordano la ornamentazione del *Cardium obsoletum* Eichw., del *Cardium Lawley* precedentemente descritto e di altre specie delle quali parlerò in seguito.

Gli esemplari della valle della Sterza, sotto ogni rapporto ed anche per le dimensioni, corrispondono a quelli di Inzersdorf.

Nella tav. VII. fig. 1 è rappresentata una valva destra ingrandita tre volte e da essa si rileva, come già aveva notato il dott. Stoliczka che quantunque la maggior parte dei cardii degli strati di acqua pressochè dolce abbiano conchiglia sbadigliante, quella del *Cardium desertum* sembra mancare affatto di questo carattere.

Cardium protractum Eichw.

Tav. VII. fig. 2, 3.

Eichwald, *Lethaea rossica* pag. 98. Pl. IV. fig. 18. Stuttgart 1852. — Pusch, *Polens paläontologie*, pag. 65. Pl. VII. fig. 3 mala. Stuttgart 1837.

Conchiglia trasversa, inequilaterale, anteriormente rotondata e posteriormente dilatata con 24-28 coste piatte, angolose, separate da interstizî che nel lato posteriore

raggiungono la larghezza delle coste. Mediante le sottili linee di accrescimento che passano attraverso gli interstizî e le coste, la conchiglia è ornata di strie finissime. L' impronta muscolare anteriore è abbastanza profonda, la posteriore è più superficiale; la cerniera si compone di un dente cardinale e due denti laterali, come nel genere *Monodacna*. La fig. 2 tav. VII. rappresenta una valva sinistra ingrandita due volte, ma vi hanno esemplari che raggiungono la dimensione della figura stessa; la fig. 3 della stessa tavola permette di apprezzare la forma, grossezza e ornamentazione relativa delle coste del lato posteriore con un ingrandimento di cinquanta volte il vero.

Nelle marne a *Melanopsis impressa* della valle della Sterza questa specie è abbastanza frequente; taluni esemplari conservano il loro colore bruno chiaro, ma spesso a motivo della sottigliezza del guscio non si ottengono che modelli o esemplari decorticati.

Cardium Savii Cap.

Tav. VII. fig. 4, 5.

Questa conchiglia che per la forma ricorda il *Cardium desertum* Stol. ha pure stretti rapporti col *Cardium tenue* Fuchs, il quale sembrerebbe essere soltanto un giovine di questo della valle della Sterza; pel complesso dei caratteri ricorda l'*Adacna plicata* Eichw che vive nel Caspio. Le coste acute, sottili, spaziate, attraversate da strie finissime, mentre corrispondono a quelle della specie vivente ora ricordata hanno grande analogia con le coste del *Cardium Lenzi* R. Hörnes; esse sono circa 20, ben distinte nel lato anteriore e verso il mezzo, evanescenti nel lato posteriore. La prima costa anteriore e l'ultima posteriore verso la loro origine sono grossolanamente squammose quasi dentellate, come si può rilevare dalla porzione di valva rappresentata ingrandita tre volte nella tav. VII. fig. 5.

Le coste non lasciano quasi alcuna traccia di impronta nei modelli interni della conchiglia sottile e fragilissima, come si può vedere nella fig. 4 tav. VII; alcuni esemplari sono larghi fino a 35 millimetri, ossia raggiungono dimensioni di poco inferiori a quelle della figura che rappresenta un esemplare di grandezza media ingrandito due volte.

Cardium cypricardioides Cap.

Tav. VII. fig. 7-12.

Questa conchiglia per la forma ricorda decisamente una *Cypricardia;* ma appena si considerano la cerniera e le numerose coste, si capisce che nulla ha che fare con quel genere e, se non fossero i numerosi passaggi che si notano nelle diverse specie di cardii fin qui annoverati, si sarebbe tentati a creare per questa conchiglia un genere a parte.

Se immaginiamo un *Cardium desertum* alquanto più largo, ossia col lato posteriore molto più protratto, in guisa da assumere la forma comune di una *Cypricardia*, noi avremo il tipo di questa nuova e strana conchiglia dei depositi di acqua salmastra della valle della Sterza.

La cerniera tav. VII. fig. 9 ingrandita quattro volte, confrontata con quella

del *Cardium Savii* e della *Adacna plicata* non presenta notevoli differenze. Le coste sono circa 24; per la loro distribuzione ricordano quelle del *Cardium Savii*, del *Cardium edentulum* e della *Adacna plicata* e per le lamelle imbricate rammentano gli ornamenti del *Cardium obsoletum*; ma meglio corrispondono a quella prima porzione squammosa che ho fatto notare nel *Cardium Savii*, come si può vedere nella tav. VII. fig. 12 la quale ci mostra porzione di quattro coste ingrandite 50 volte. La conchiglia nell'interno è quasi subperlacea e le coste si distinguono abbastanza bene specialmente nella parte superiore; verso il margine le coste spariscono e per conseguenza non se ne ha traccia sopra i modelli interni, come si osserva nella tav. VII. fig. 6. Di questa conchiglia sottile e fragilissima si trovano numerosi avanzi di gusci e molti modelli, ma è difficile di poter ottenere esemplari ben conservati, anche perchè a motivo della ornamentazione delle coste la conchiglia resta fortemente aderente alla marna compatta.

Genere **UNIOCARDIUM.**

Conchiglia molto inequilaterale che per la forma ricorda il genere *Dreissenomya* fondato da Fuchs per alcune conchiglie degli strati a Congerie le quali riuniscono i caratteri dei generi *Dreissena* e *Modiola*. La conchiglia molto robusta nella porzione apiciale, come pure alle due estremità anteriore e posteriore, è sottilissima nel mezzo sicchè riescè impossibile di procurarsi esemplari interi isolandoli completamente dalla marna nella quale si trovano.

Quando per la prima volta parlai dei fossili delle marne a *Melanopsis impressa* della valle della Sterza, accennai la scoperta di una straordinaria quantità di frammenti di una conchiglia la quale, mentre per molti caratteri ricordava talune specie di *Unio* dell'America settentrionale, per altri ci riconduceva al genere *Cardium*; quindi conchiudeva che forse si trattava di un nuovo tipo di conchiglie degli strati a Congerie ove se ne hanno già parecchie le quali offrono caratteri di più generi e mostrano di costituire quasi dei passaggi da uno all'altro. In quella circostanza proposi di distinguere la nuova conchiglia col nome provvisorio di *Unio cardioides*, riservandomi a confrontarla con l'*Unio castaliaeformis* Mgh., specie fondata con alcune impronte e modelli raccolti nel mattaione o marna argillosa che ricopre le ligniti di Monte Bamboli e delle quali si hanno esemplari soltanto nel Museo di Pisa (1), fin qui non pubblicati.

Nell'ottobre 1878 avendo trovato parecchi esemplari completi di questa strana conchiglia della quale già possedeva continaia di frammenti, mentre per una parte ho potuto accertarmi della identità del mio *Unio cardioides* con l'*Unio castaliaeformis* Mgh.; per l'altra mi sono convinto della opportunità di separare dal vero genere *Unio* questa conchiglia di acqua salmastra che rappresenta piuttosto un tipo intermedio fra il genere *Cardium* e il genere *Unio*, e quindi propongo di chiamarla col nome generico di *Uniocardium* rappresentato, per ora, da una sola specie.

(1) Capellini, *Il Calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congerie, nei monti di Livorno, di Castellina marittima, di Miemo e di Monte Catini*, pag. 19. Roma 1878.

Uniocardium Meneghini Cap.

Tav. VIII. fig. 1-10.

Conchiglia di forma trasversa che ricorda quella più comune del genere *Modiola*; molto inequilaterale, col margine inferiore sinuoso, dilatata posteriormente e forse un poco sbadigliante. Alcune coste acute, con squamme imbricate, partendo dall'apice scendono divergenti per un certo tratto; ma presto svaniscono e la conchiglia allora si mostra ornata soltanto dalle strie di accrescimento le quali ad intervalli si fanno più marcate. Le coste principali che partono dall'apice con una certa simmetria per ambe le valve sono tre, e di queste la posteriore è la più robusta e determina una specie di carena; altre coste, d'ordinario quattro, si sviluppano framezzo alle tre principali indicate.

Questi caratteri si possono rilevare assai bene mediante le fig. 1-4 tav. VIII., delle quali le due prime rappresentano una valva destra di esemplare adulto ed una sinistra di altro più giovane in grandezza naturale. La fig. 3 tav. cit. rappresenta la conchiglia intera vista dal lato anteriore e ingrandita due volte, e la fig. 4 rappresenta una valva sinistra di esemplare adulto vista di fronte e obliquamente, ingrandita due volte al fine di poterne bene apprezzare le coste imbricate come quelle di taluni dei cardii che si trovano nello stesso giacimento.

Le fig. 5-10 tav. VIII. sono destinate a far conoscere la forma della cerniera e a render conto della posizione del ligamento, della impronta muscolare anteriore profonda e della grossezza della conchiglia dallo stesso lato; pei quali caratteri si riconosce aver essa stretti rapporti col genere *Unio*, prendendo in considerazione certi tipi molto trasversi dei quali si hanno bellissimi esempî nei fiumi dell'America settentrionale. Qualche parentela si potrebbe trovare anche col genere *Mya*. Con le fig. 5, 6, tavola citata, grandi due volte il vero, ho voluto render conto della figura della cerniera della valva destra e la fig. 5 accenna qual parte anteriore della conchiglia d'ordinario si trova in copia, perchè notevolmente più grossa del rimanente, anzi tanto da emulare le ordinarie conchiglie di *Unio;* in essa si vede un piccolo dente obliquo, più o meno striato nella parte anteriore e calloso in modo da ricordare la cerniera di taluni *Unio* con un solo dente. Le fig. 7-10 ci presentano la cerniera della valva sinistra a diversi gradi di sviluppo e quindi con leggere modificazioni nella forma dell'unico dente il quale con l'età si fa più robusto, calloso e in parte striato.

Il ligamento è esterno, ma forse vi era anche un piccolo ligamento interno, avendo notato in talune valve una piccola fossetta allungata posta nella grossezza della conchiglia quasi sopra il dente, come si vede nella fig. 8 tav. VIII.

Le fig. 7, 8 rappresentano porzioni di valve ingrandite due volte e le fig. 9, 10 sono pure frammenti di valve sinistre ingrandite tre volte.

L"impronta muscolare anteriore è molto profonda e ricorda quella del genere *Unio*. Come ho già accennato alcuni modelli di questa conchiglia erano stati trovati nella marna con noccioli di gesso che ricopre il calcare marnoso fra il quale è intercalata la lignite di monte Bamboli; essi fanno parte delle collezioni del Museo di geologia della r. Università di Pisa ed il prof. Meneghini li aveva provvisoriamente distinti col nome di *Unio castaliaeformis*.

Questo secondo giacimento dell'*Uniocardium* è importantissimo, perchè ci permette di collegare il giacimento della lignite di monte Vaso con quello di monte Bamboli, l'uno e l'altro inferiori agli strati a Congerie con *Melanopsis impressa* e ai conglomerati calcareo-ofiolitici rossastri.

Congeria minor Fuchs.

Fuchs Th., *Die jungeren Tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 7 taf. I. fig. 7. Wien 1877.

Nelle marne con *Melanopsis impressa* della valle della Sterza, le Congerie sono molto rare; pure ho raccolto alcuni esemplari i quali corrispondono assai bene alla *Congeria minor* che, in dimensioni assai piccole, riproduce la forma della *Congeria triangularis*, come già fece osservare anche il dott. Fuchs.

Fossili degli strati a Melanopsis Bartolinii nella valle della Sterza di Laiatico.

Melanopsis Bartolinii Cap.

Tav. IX. fig. 1-6.

Capellini, *La formazione gessosa di Castellina marittima e i suoi fossili*, pag. 30 tav. VIII. fig. 1-6. Memorie dell'Accad. delle scienze dell'Istituto di Bologna. Serie 3ª tomo IV. Bologna 1874.

Questa conchiglia abbondantissima nelle marne inferiori ai conglomerati calcareo-ofiolitici che più o meno potenti ricoprono in parte, e in parte sono intercalati con le marne a *Melanopsis impressa*, caratterizza il più basso orizzonte degli strati a Congerie nella valle della Sterza. Nel 1874 le marne a *Melanopsis Bartolinii* furono da me riferite al miocene medio, ma i nuovi studî stratigrafici e paleontologici sui terreni miocenici delle Toscane mi hanno persuaso che bisognava ringiovanire tutta la serie e che le ligniti di Monte Bamboli anzichè trovarsi nel miocene inferiore, come era stata opinione accreditata per molto tempo, dovevano essere molto ringiovanite. La posizione delle marne con *Uniocardium* rispetto agli strati lignitiferi di Monte Bamboli e alle marne lignitifere con *Melanopsis Bartolinii* sotto Monte Vaso nella valle della Sterza non permette di dubitare della corrispondenza cronologica degli strati inferiori dei due depositi carboniferi. I rapporti fra i mammiferi fossili delle ligniti di Monte Bamboli e quelli di Eibiswald (almeno in parte), valgono a togliere ogni dubbio intorno all'orizzonte geologico al quale spettano le ligniti associate alle marne con *Melanopsis Bartolinii* e giustificano il posto che altra volta aveva loro assegnato nella serie stratigrafica dei dintorni di Castellina marittima; ritenendo allora come miocene medio ciò che spetta indubbiamente al Sarmatiano e che oggi ammetto debba esser quindi ringiovanito. Che se la *Melanopsis Bartolinii* è stata pur trovata al Casino presso Siena, ciò non vuol dire che le marne con ligniti di Monte Bamboli e quelle sotto la fattoria di Monte Vaso corrispondano esattamente allo stesso orizzonte di quelle del giacimento del Casino ove del resto sono da distinguere più cose e diversi piani. Ho accennato che nella valle della Sterza la *Melanopsis Bartolinii* ha per limite superiore le marne con *Uniocardium* e *Melanopsis impressa:* aggiungerò che fra questi due orizzonti vi sono numerose concrezioni limonitiche le quali

forse rendono conto del ferro dei conglomerati calcareo-ofiolitici rossastri. Forse, date altre circostanze, anche nella valle della Sterza la *M. Bartolinii* avrebbe vissuto più a lungo e una prova se ne può avere al Casino presso Siena; non è quindi per la sola presenza di questo fossile, nè per quella della *Melanopsis impressa* nelle marne superiori che questi strati sono giudicati come più antichi di quelli che contengono la fauna degli strati a Congerie della Crimea e degli altri che sono caratterizzati dalla *Hydrobia* (*Paludestrina*) *Escoffierae*, dalla *Melanopsis Bonellii* etc. etc.

Le figure pubblicate nel 1874 non essendo bene riuscite, ed il prof. Pantanelli, prima di avere esaminato buon numero di esemplari della valle della Sterza, avendo notato che nel mezzo dell'ultimo anfratto degli esemplari del Casino si osservava una specie di cingolo costituito da due cordoncini, ho pensato di pubblicare le fig. 5, 6 tav. IX. che, essendo grandi tre volte il vero, permettono di apprezzare questo carattere non esclusivo per gli esemplari di *Melanopsis Bartolinii* del Casino. Nelle indicate figure si vedono inoltre le strie (citate altra volta) che ornano sopratutto l'ultimo anfratto, d'ordinario quattro in alto e cinque in basso, non sempre regolarmente distribuite; giova poi notare che esaminando migliaia di esemplari si vede come questi caratteri si modificano secondo i diversi gradi di sviluppo della conchiglia; altrettanto dicasi delle spine varicose più o meno inclinate in un senso o in un altro. Aggiungerò essere difficilissimo di raccogliere esemplari con la bocca ben conservata, ma anche di questa ho procurato di render conto mediante le figure in grandezza naturale 1, 4 tav. IX. e con i due esemplari ingranditi nelle già citate fig. 5 e 6 della stessa tavola.

Melanopsis buccinoidea Fer.

Tav. IX. fig. 7-13.

Ferussac, *Monographie des espèces vivantes et fossiles du genre Mélanopside* (*Melanopsis*). Mémoires de la soc. d'hist. nat. de Paris, pag. 19 Pl. VIII. 1-3. Paris 1823.

Riferisco a questa specie alcune *Melanopsis* della valle della Sterza frequenti con la specie precedente e che sembrano passare gradatamente alla *Melanopsis Dufouri* e quindi ancora alla *M. impressa*. Di questa conchiglia ho trovato esemplari ben conservati, alcuni dei quali vedonsi rappresentati in posizioni diverse e in grandezza naturale, nella tav. IX. fig. 7-11. Gli esemplari fig. 12, 13 in grandezza naturale, ricordano la *Melanopsis Sandbergeri Neum.*, ma penso che non siano altro che una delle tante varietà della *Melanopsis buccinoidea*. Fra questi grandi esemplari se ne trovano taluni i quali si potrebbero considerare anche come forme della *M. impressa*.

Melanopsis acicularis? Fer.

Tav. IX. fig. 15-17.

Ferussac, Mem. cit. pag. 31 n. 11; Neumayr, *Die Congerienschichten in Kroatien und Westslavonien*, taf. XIII. fig. 6. Jahrbuch der k. k. geologisch Reichsanstalt. Vol. XIX. Wien 1869.

Nella Memoria sulla formazione gessosa diedi pure due figure non ben riescite di questa specie e, per errore, citando il lavoro di Ferussac indicai la tav. II. fig. 5 che è quella della *Melanopsis Dufourii* e poco o nulla ha che fare con questa specie la quale potrebbe anche essere una semplice varietà della *M. buccinoidea*.

Melania suturata Fuchs.

Tav. IX. fig. 23-24.

Fuchs Th., *Neue Conchylienarten aus den Congerienschichten und aus Ablagerungen der Sarmatischen Stufe*, pag. 7 taf. IV. fig. 24, 25, Jahrbuch der k. k. geologisch. Reichsanst. XXIII. B. Wien 1873.

Conchiglia composta di 8-9 anfratti subappiattiti e distinti da sutura accompagnata da depressione che dà luogo a una pseudocarena. Auinger trovò questa specie abbondante nel Sarmatiano di Heiligenstadt e sempre nello stesso orizzonte fu trovata anche a Ottakring. Le fig. 23 e 24 tav. IX. rappresentano due esemplari un poco guasti ingranditi dieci volte. Nelle marne con ligniti di Monte Vaso è rara.

Melania applanata Fuchs.

Fuchs. Th., Mem cit. pag. 7 taf. VI. fig. 30-31.

Insieme con la precedente si trova anche questa specie, la quale ne differisce principalmente per la forma degli anfratti che sono più rotondati e per la spira che in complesso è più slanciata.

Hydrobia (Littorinella) obtusa Sand. sp.

Tav. IX. fig. 18-19.

Sandberger, *Conchylien Mainzer Tertiärbeckens*, pag. 81 taf. XI. fig. 8. Wiesbaden 1863.

Nella tav. IX. fig. 18, 19 ho fatto rappresentare ingrandita dieci volte questa conchiglia che per la sua forma non si può confondere con la *H. acuta* e che si trova talvolta abbondante nelle marne con *Melanopsis Bartolinii*, come già ebbi a notare altra volta.

Hydrobia (Paludina) immutata Frfld.

Tav. IX. fig. 20-21.

Hörnes M., *Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien*, pag. 587 taf. XLVII. fig. 23.

Questa piccola conchiglia che nelle fig. 20 e 21 tav. IX. è rappresentata ingrandita venti volte, secondo Hörnes corrisponderebbe alla *Paludina pusilla* di Eichwald, la quale alla sua volta è molto simile alla *Paludina punctum* dello stesso autore.

Gli esemplari raccolti nelle marne a ligniti presso la fornace di Monte Vaso corrispondono alla descrizione che ne ha fatta l'Hörnes, ed anche per i confronti diretti che ho potuto istituire con esemplari del bacino di Vienna non mi resta alcun dubbio sulla presenza di questa specie sarmatiana nella porzione profonda delle marne con *Melanopsis Bartolinii.*

Bythinia sp.

Tav. IX. fig. 22.

Nelle marne a *Melanopsis Bartolinii,* come nel calcare marnoso di Monte Bamboli, abbondano gli opercoli di Paludina e di questi nella tav. IX. fig. 22 se ne ha uno ingrandito dieci volte, il quale ricorda un poco quello della *Paludina labiata* figurato da Neumayr e già sopra ricordato.

In generale in questo orizzonte in Toscana ho trovato ovunque abbondanti i piccoli opercoli di Paludina come quello figurato, spesso accompagnati da una gran quantità di frutti di *Chara*.

Valvata piscinalis Mull.

Neumayr, *Die Susswasserablagerungen in südöstlichen Siebenbürgen*, pag. 25 tab. XVII. fig. 15. Jahrbuch der k. k. geol. Reichs XXV. B. Wien 1875.

Di questa specie che altrove si trova abbastanza frequente negli strati a Congerie, per ora ho trovato soltanto pochissimi esemplari nelle marne con *Melanopsis Bartolinii*. Forse localmente questo tipo non potè prosperare per le cambiate condizioni del mezzo in cui viveva. È interessante di notare come nelle marne a *Melanopsis Bartolinii* della valle della Sterza si incontrino molluschi del Sarmatiano ed altri che presentano il maggior sviluppo negli strati a Congerie superiori; in questo caso è anche il *Pisidium priscum* di cui una sola volta mi è occorso di trovare avanzi, come riferii nella Memoria, *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 34.

Neritina grateloupiana Fer.

Tav. IX. fig. 25-27.

Hörner. M., *Fossilen Mollusken* etc. T. I. pag. 534 taf. XLVII. fig. 13. — Capellini, *La formazione gessosa di Castellina marittima e i suoi fossili*, pag. 31 tav. VIII. fig. 7-8.

Dopo la prima pubblicazione dei fossili della valle della Sterza, avendo potuto disporre di migliori e più copiosi materiali mi fu agevole di distinguere anche diverse Neritine che da principio ritenevo di dovere insieme confondere. Mentre a diverse specie furono riferite le Neritine raccolte insieme ai cardii; la grossa Neritina trovata con la *Melanopsis Bartolinii* mi sembra non potersi distinguere dalla *N. grateloupiana* alla quale corrisponde per la forma e per gli ornamenti, tenendo conto delle varietà che anche questa specie suole presentare.

Nella tav. IX. fig. 25 si ha un esemplare di grandezza naturale che per la forma non saprei distinguere da quelli di Miocic in Dalmazia rappresentati dalla fig. 16 tav. XII. della Memoria di Neumayr sopra ricordata, i quali oggi sono riferiti alla *N. semiplicata* Sand. Le fig. 26, 27 rappresentano lo stesso esemplare fig. 25 ingrandito tre volte per poterne far meglio apprezzare la forma e gli ornamenti ed anche i piccoli denti che non mancano sebbene non molto distinti.

Il prof. Pantanelli descrivendo alcuni fossili del Casino presso Siena propose di chiamare *Neritina Capellinii* la *Neritina grateloupiana* da me registrata fra i fossili a *Melanopsis Bartolinii* accennando che la principale differenza consisteva nel labbro interno non denticolato (1).

Dalle figure da me altra volta pubblicate nulla si poteva rilevare a tal riguardo, ma quelle che ora presento spero varranno a togliere ogni dubbio sulla corrispondenza di talune varietà della *N. grateloupiana* con quelle che si trovano sotto Monte Vaso.

Giova avvertire che per la forma questa Neritina corrisponde anche a talune

(1) Pantanelli D., *Direzione del museo di geologia e di mineralogia della r. Accademia dei Fisiocritici*. Rapporto annuale. Siena 1876.

varietà della *N. semiplicata* Sand. dapprima citata col nome di *N. grateloupiana*. Nella *N. semiplicata*, però, i caratteri pei quali è stata distinta dalla vera *N. grateloupiana* non furono riconosciuti costanti; sicchè tornerebbe forse vantaggioso di ritenerla come semplice varietà della specie più anticamente nota (').

Congeria clavaeformis Krauss. var.

Tav. IX. fig. 28-30.

Krauss, *Die Mollusken der Tertiärformation von Kirchberg an der Iller*, p. 114 taf. III. fig. 4 Würtemberg. Naturwissensch. Jahreshefte. Jahrg. VIII. Stuttgart 1852. — Fuchs Th., *Die jungeren tertiärbildungen Griechenlands*, pag. 26 taf. III. 44-45. Wien 1877.

La *Congeria clavaeformis* confusa dapprima con la *Congeria Brardi* con la quale presenta infatti grandissima somiglianza, fu da Krauss per la prima volta distinta e descritta come specie nuova fra i fossili degli strati a Congerie del Wurtemberg.

Il Krauss, oltre ad avere rilevato tutte le varietà di forme che questa conchiglia suol presentare giustificando così i suoi rapporti con la *Congeria polymorpha*, ha fatto cenno altresì degli ornamenti i quali però non furono espressi nelle figure che egli ne diede, nè in quelle che in seguito furono pubblicate dal Fuchs per gli esemplari di Trakones in Grecia.

Nella tav. IX. fig. 14 si vede un esemplare della marna con *Melanopsis Bartolinii* sul quale si trovano opercoli di paludine e parecchi esemplari di *Congeria clavaeformis* coi gusci così bene conservati da poterne apprezzare gli ornamenti indicati dal Krauss (*concentrice striolata, albida, rarius fusco-radiata aut fusco-fulminata*). Questi ornamenti veggonsi più distintamente nelle fig. 28, 29 tav. IX. le quali rappresentano un piccolo esemplare ingrandito quattro volte ed altro ingrandito due volte e visto anche dal lato interno nella fig. 30. Confrontando questi esemplari con quelli di Trakones figurati da Fuchs la corrispondenza è anche maggiore per quel che riguarda la forma, e soltanto devo aggiungere che nella valle della Sterza non ho mai trovato esemplari che raggiungessero le dimensioni di quelli di Grecia o degli altri del Wurtemberg.

Credo pertanto di non dover considerare questa piccola Congeria delle marne a *Melanopsis Bartolinii* altrimenti che come una varietà della *C. clavaeformis*.

Congeria Deshayesi Cap.

Tav. IX. fig. 31.

Capellini, *Cenni geologici sul giacimento delle ligniti della bassa val di Magra*. Memoria della r. Accademia delle scienze di Torino. Serie 1ª fig. 4. Torino 1860; Id., *Sulla formazione gessosa di Castellina marittima*, pag. 33. Bologna 1874.

Syn. *Dreyssensia sub-Basteroti* Tourn.

Tournouer, *Terrains tertiaires supérieurs de Théziers*: Bull. Soc. géol. de France, 3me série tom. II. pag. 305 Pl. IX. fig. 8. Paris 1874.

Con la *Congeria clavaeformis*, che ho riconosciuto essere la più abbondante nelle marne a *Melanopsis Bartolinii*, si incontrano esemplari della Congeria che è tanto

(') Neumayr und Herbich, *Die Susswasserablagerungen in südöstlichen Siebenbürgen*, pag. 12 Jahrbuch der k. k. géol. Reichsanstalt. XXV. B. Wien 1875.

caratteristica del terreno a ligniti della bassa val di Magra e di Monte Bamboli. Già nel 1874 aveva notato questa conchiglia fra i fossili raccolti a Monte Vaso, restando tuttavia incerto se si trattasse della specie trovata in val di Magra o della *C. Basteroti* con la quale la *C. Deshayesi* ha molta analogia. L'incertezza dipendeva dal cattivo stato di conservazione degli esemplari fino allora raccolti, oggi però sono in grado di dichiarare che questo riferimento era esatto.

Gli esemplari di val di Magra presentano varietà di forma e sotto ogni rapporto corrispondono perfettamente alla Congeria di Vaquiéres descritta e figurata nel 1874 da Tournouer col nome di Dreyssensia *Sub-Basteroti;* per convincersene basterebbe anche gettare uno sguardo sulle figure da me pubblicate fino dal 1860. Gli esemplari delle marne a *Melanopsis Bartolinii*, uno dei quali è rappresentato nella tav. IX. fig. 31 ingrandito due volte corrispondono alla varietà un poco subglobosa, della quale in mezzo agli esemplari tipici non mancano esempî anche fra le Congerie delle marne sabbiose di Sarzanello in val di Magra. Anche in questa conchiglia sono ben conservati gli ornamenti del guscio i quali non si possono in alcun modo confondere con quelli della *Congeria clavaeformis.*

Le marne con *Melanopsis Bartolinii* abbondano di avanzi di crostacei entomostaci che si possono isolare con facilità; per ora vi ho riconosciuto una sola specie: *Bairdia strigulosa* Bosq.

CONCLUSIONE

Per gli studî stratigrafici e paleontologici sulla formazione gessoso-solfifera (*strati a Congerie*) della provincia di Pisa e pei confronti con le formazioni analoghe nel bacino del Rodano, in Crimea, in Grecia e nell'Austria Ungheria, si arriva alle seguenti conclusioni.

Le marne con *Pecten Comitatus* Font.; *Ostrea cochlear* var. *navicularis* Br; *pteropodi; foraminifere;* con abbondanti resti di delfini, piccole balene ed altri vertebrati marini, corrispondono esattamente alle marne di Biot presso Antibo, costituiscono il *piano Tabianese* di Mayer e in Italia, finora, furono e sono considerate come vero rappresentante del *pliocene antico* o *inferiore.*

Fissato bene questo primo fatto, ciò che trovasi subito al di sotto delle marne con *Pecten Comitatus*, con pteropodi e foraminifere, (trubi superiori di Sicilia) che in generale accennano a mare piuttosto profondo sebbene in taluni punti rimpiazzate da corrispondenti depositi littorali, noi lo ritenemmo finora non più recente del miocene superiore. Gli strati a Congerie, per conseguenza, o la formazione gessoso-solfifera della Sicilia, della Calabria, del Romano, della Toscana, della Liguria, del Piemonte, dell'Emilia, degli Abruzzi, della Capitanata, sotto questo punto di vista furono e sono riferiti al miocene superiore; quando non si voglia adottare un gruppo di transizione (*mio-pliocene* o *plio-miocene*) del qual in fin de'conti non vi ha bisogno, come già ho accennato altra volta (¹).

(¹) Che gli strati a Congerie costituiscano un gruppo di transizione fra il miocene ed il pliocene è evidente e nessuno vorrà negarlo; ma che si debbano considerare come pliocene inferiore

La formazione gessoso-solfifera nel suo complesso e quando si presenta col suo maggiore sviluppo resta compresa fra le marne marine plioceniche con *Pecten Comitatus* ecc. ecc e la formazione sarmatiana della quale fanno parte i tripoli che, d'ordinario, servono di base e costituiscono il limite inferiore della formazione gessoso-solfifera.

La separazione o la trasgressione fra le citate marne marine plioceniche e la formazione salmastra gessoso-solfifera, presenta una linea di demarcazione assai più distinta di quella che pure bisogna rintracciare alla base, per separare il Sarmatiano ossia altri depositi in generale più o meno salmastri o anche sub-littorali, e dei quali talvolta fanno parte i tripoli.

Nella formazione gessoso-solfifera, o strati a Congerie, in Italia, come in Crimea, in Grecia e nell'Austria Ungheria si possono distinguere diversi sottopiani caratterizzati da fossili speciali; per lo meno è agevole di notare la differenza che passa fra la porzione superiore e la porzione inferiore della formazione, la prevalenza o la subordinazione di certe forme litologiche e i caratteri complessivi della fauna e della flora. D'ordinario i conglomerati, le sabbie, le marne predominano nella porzione superiore; mentre gessi, travertini, solfo, ligniti, e talvolta anche petrolio e sale offrono maggiore sviluppo nella porzione inferiore e rendono spesso difficili le delimitazioni fra il Sarmatiano vero e gli strati a Congerie propriamente detti.

In Francia, il gruppo di *Saint-Ariès* considerato in complesso corrisponde alla porzione superiore della formazione gessoso-solfifera italiana; soltanto è da osservare che mentre i principali fossili salmastri delle marne a *Potamides Basteroti* del bacino del Rodano si ritrovano negli strati a Congerie dei monti livornesi e in parte ancora nella formazione gessoso-solfifera delle Romagne e delle Marche, i fossili dei *faluns* a *Cerithium vulgatum* ci ricordano piuttosto la fauna delle sabbie inferiori plioceniche e in Italia, per ora, nulla di simile è stato trovato al di sotto degli strati a Congerie superiori (').

Le sabbie e marne con ligniti e fossili di acqua dolce che nel bacino del Rodano sono già considerate come parte del gruppo di Visan, ma che in realtà stanno fra esso e il gruppo di Saint-Ariès, sembrano essere il vero corrispondente delle marne con ligniti del casino Nascimbeni e di parecchie altre località nel Senese; delle ligniti superiori di Casteani, nella Maremma; delle ligniti di Sarzanello e Caniparola nella bassa val di Magra con *Helix Chaixi? Congeria Deshayesi* Cap. (*Congeria sub-Basteroti* Tourn), venti anni addietro da me erroneamente giudicate molto più antiche. Nella provincia di Pisa vanno riferite a questo orizzonte le marne con *Helix Chaixi* sp., *Viviparu Zelebori*, *Vivipara* sp. ecc. di Paltratico; le Marne con *Melanopsis impressa*, *Uniocardium* ecc. ecc. e almeno in parte le marne a *Melanopsis Bartolinii* della valle della Sterza di Laiatico.

piuttosto che come termine superiore del miocene, sarà per molte ragioni ancora discutibile; malgrado la insistenza di taluni geologi e sebbene molti siensi già piegati a considerare come pliocene inferiore l'intero gruppo degli strati a Congerie, sopratutto ove manca il pliocene inferiore marino e non se ne possono rilevare i rapporti stratigrafici scambievoli.

(') Mi riservo di verificare a suo tempo se nelle panchine della valle del Marmolaio e altrove nella provincia di Pisa vi abbia qualche cosa che, invece di appartenere al Sarmatiano, si debba ancora considerare come parte inferiore degli strati a Congerie, ciò che ritengo assai probabile.

In Grecia le sabbie giallastre marnose di Livonates con cardii e altri fossili sembrano corrispondere benissimo alle analoghe del casino Cubbe nei monti livornesi; e nel gruppo di Trakones si possono trovare grandi rapporti con la porzione inferiore degli strati a Congerie e con il Sarmatiano superiore dei monti livornesi, come ho già avuto occasione di far notare in altra circostanza.

Non meno interessanti, ormai, sono i confronti che si possono istituire fra gli strati a Congerie della provincia di Pisa e quelli della Crimea e dell'Austria Ungheria; e non solo i fossili ma talvolta perfino le forme litologiche aiutano a ritrovare il paralellismo fra le formazioni terziarie recenti di queste diverse regioni.

Gli strati a Congerie superiori della valle della Morra e della valle della Pescera, con limonite, gessi ferruginosi, grummi di selce molare, *Cardii* e *Congerie*, corrispondono alla porzione superiore degli strati a Congerie di Kertsch e Taman in Crimea.

Le marne a *Cypris* della valle del Marmolaio, le marne compatte con limonite, *Pisidium*, *Paludestrina* (*Hydrobia*), *Escoffierae*, della valle della Morra, le sabbie marnose giallastre con *Cardii*, *Melanopsis Bonellii* ecc. del casino Cubbe nei monti livornesi, le marne con *Melanopsis impressa*, *Uniocardium Meneghinii* ecc. ecc. corrispondono, almeno in parte, alla porzione inferiore degli strati a Congerie di Crimea ed hanno rapporto con i ben noti giacimenti dell'Austria Ungheria, Vargyas, Arapatak, Radmanest, Tihany ecc. ecc. e in basso fanno passaggio al Sarmatiano mediante le marne talvolta sabbiose con fauna salmastra e i conglomerati che si intercalano con i più profondi strati di gesso.

Questo passaggio, direi quasi graduato, dagli strati inferiori a Congerie al vero Sarmatiano si riscontra anche in Crimea e, tenendo conto della posizione delle ligniti di Monte Vaso e di quelle di Monte Bamboli (') rispetto alle marne con *Uniocardium* e ai conglomerati ferruginosi calcareo-ofiolitici, si può dubitare che almeno la parte più profonda delle marne con *Melanopsis Bartolinii* faccia passaggio al vero Sarmatiano.

Questo orizzonte nei monti livornesi è caratterizzato da faune diverse, localizzate, più o meno salmastre e perfino sublittorali. Di esse fanno parte i conglomerati con coralli e banchi di ostriche di Scaforno; le marne con *Cerizi*, *Pleurotome*, *Cardii*, *Foraminifere* ecc. ecc. di Scaforno e di Fonte Intanata e i tripoli del Gabbro, forse un poco più recenti di quelli di Licata; oltre parecchi altri strati marnosi, calcarei ecc. ecc. che saranno descritti e illustrati in altra circostanza. A tutto questo gruppo nella valle del Rodano deve corrispondere, almeno in parte, il più elevato orizzonte dell'*Ostrea crassissima*.

Il gruppo inferiore degli strati miocenici dei monti livornesi nell'insieme corrisponde alle marne e sabbie con *Cardita Jouanneti* del bacino del Rodano (calcare di Leitha e sue modificazioni nell'Austria Ungheria) da considerarsi ancora come porzione inferiore del miocene superiore secondo alcuni, ma che forse sarebbe più

(') Altra volta ho riferito al miocene medio la lignite di Monte Bamboli con fauna di vertebrati fossili che ricorda quella delle ligniti di Eibiswald; ma per i rapporti dimostrati con gli strati a Congerie inferiori della valle della Sterza, sempre secondo le delimitazioni più accettate pei piani diversi dei terreni terziari recenti, quelle ligniti spetterebbero ancora al Sarmatiano.

conveniente di accettare addirittura come termine di distinzione fra il miocene superiore ed il miocene medio. Se gli strati a *Cardita Jouanneti* e *Ancillaria glandiformis* dovranno restare nel miocene superiore, allora bisognerà dire che del vero miocene medio, come del miocene inferiore, mancano rappresentanti nella provincia di Pisa; mentre invece questi piani offrono notevole sviluppo in altre parti della Toscana, come si ricava anche dallo studio del calcare e delle mollasse calcarifere della Penna della Verna e dei dintorni di Bibbiena, corrispondenti agli *Strati di Schio*, ossia al calcare a briozoi e foraminifere della valle della Marecchia del quale fino dal 1868 ne accennai l'importanza indicandolo col nome di *Calcare di S. Marino* (').

Dopo tuttociò, se si ritenessero nel miocene superiore gli strati a Congerie ed il Sarmatiano e si considerasse come porzione superiore del miocene medio il calcare di Leitha, ossia gli strati ad *Ancillaria glandiformis* e *Cardita Jouanneti*, si potrebbero proporre le seguenti sottodivisioni.

Pliocene inferiore

Marne con *Pecten Comit.; Ostraea cochl.* var. *navicularis;* Pteropodi e Foraminifere.

Miocene superiore.

STRATI A CONGERIE O FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA.

Strati a Cardii, *Congeria rostriformis; Melanopsis Bonelli; Hydrobia Escoffierae.* — Marne a *Cypris* con fittili, insetti, pesci. — Marne a *Melanopsis impressa; Hydrobia incerta; Valvata Tournoueri; Uniocardium Meneghinii; Congeria minor; Cardium.* — Conglomerati calcareo-serpentinosi rossastri con legni silicizzati. — Marne a *Melanopsis Bartolinii; Melania suturata; Congeria clavaeformis; Congeria Deshayesi* (*C. sub-Basteroti*).

SARMATIANO — ORIZZONTE DEI TRIPOLI DEI MONTI LIVORNESI.

Conglomerati calcareo-serpentinosi e sabbie marnose con *Porites; Astraea; Tapes gregaria; Ostraea lamellosa* ecc. — Tripoli o strati equivalenti con copiosi avanzi di pesci, insetti, molluschi, filliti ecc. — Calcare grossolano di Rosignano con molluschi e coralli. — Marne a *Cerithium pictum; Pleurotoma; Hydrobia; Cardium.*

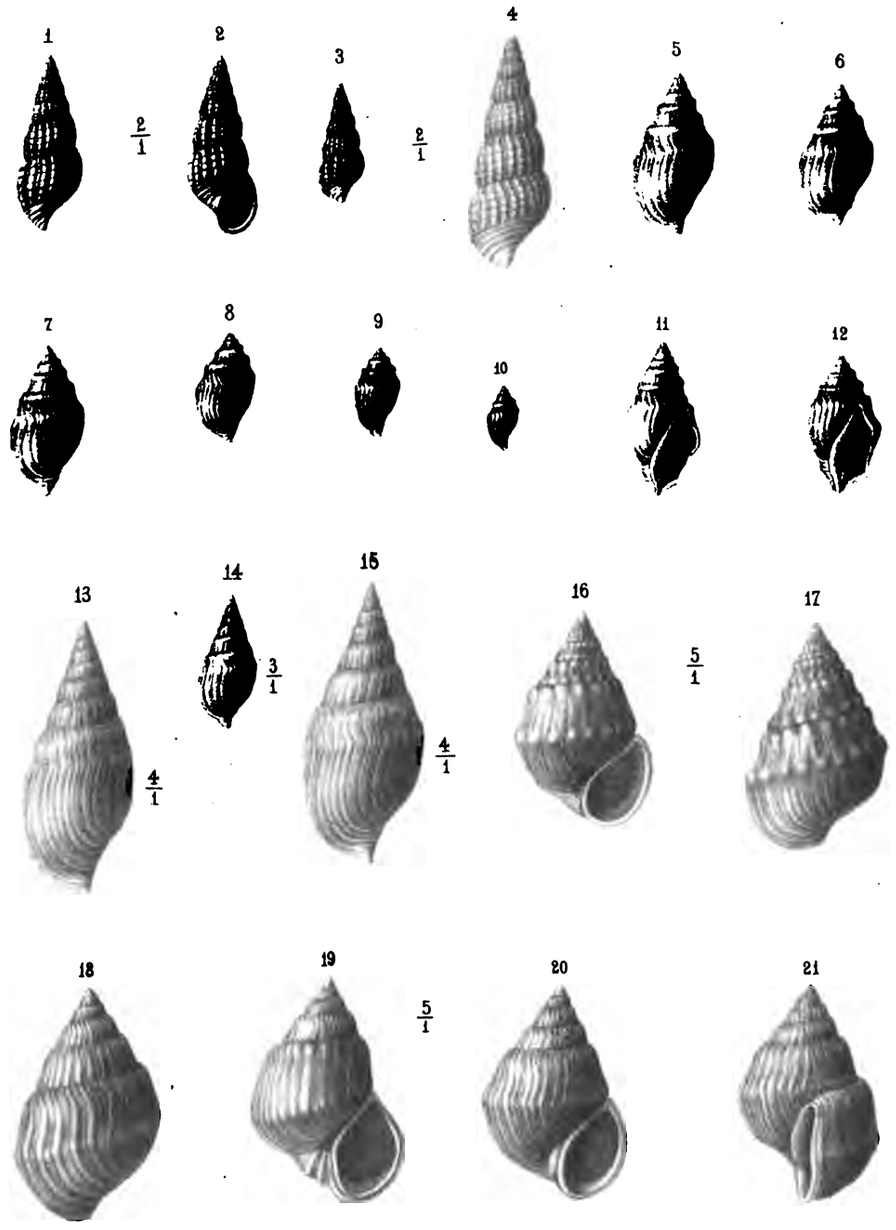
Mioc. med.

TORTONIANO O CALCARE DI LEITHA (Miocene sup. di parecchi autori).

Calcare sabbioso e marne con *Ancillaria glandiformis; Cardita Iouanneti; Lucina columbella; Ostrea digitalina* ecc. — Conglomerati inferiori calcareo-serpentinosi dei monti livornesi.

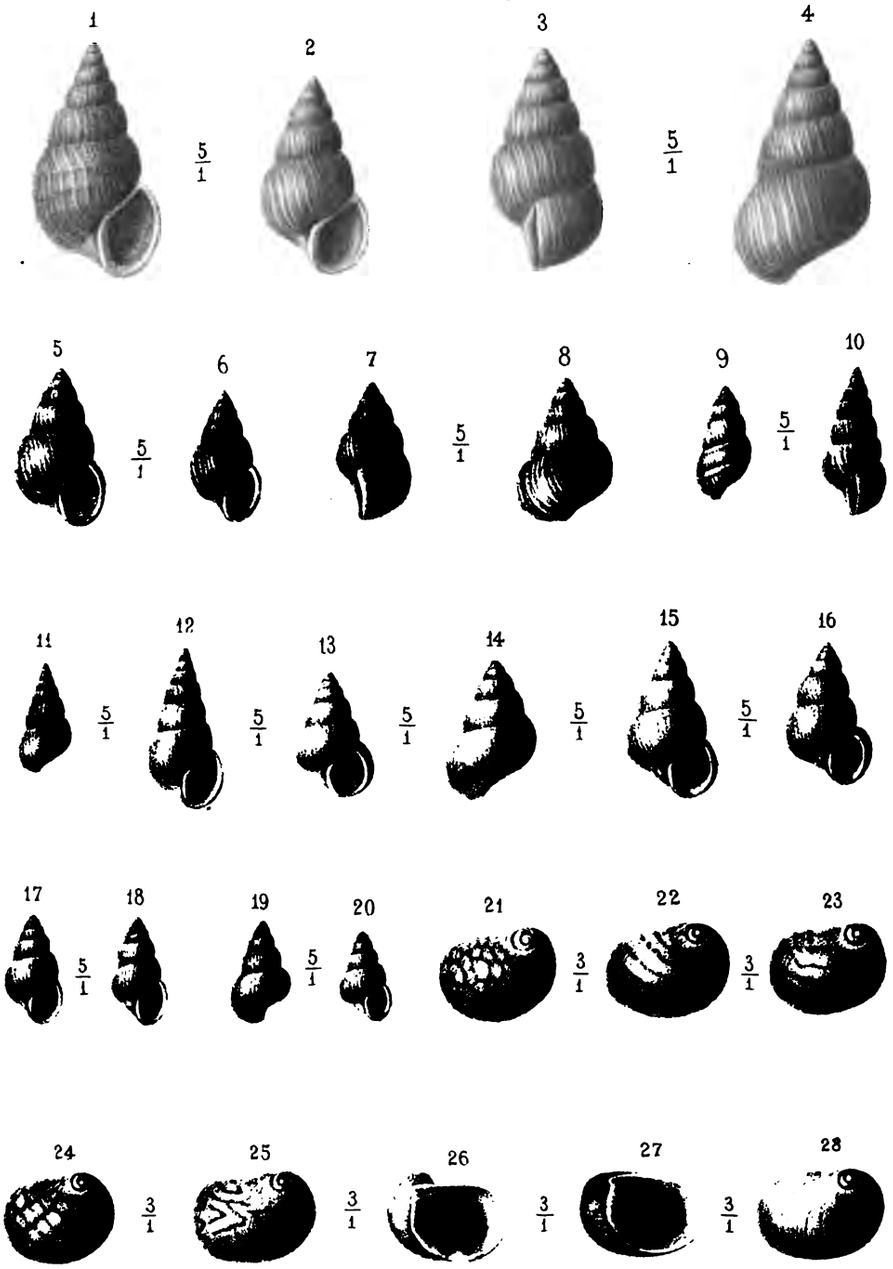
NOTA — Si intende che quanto fu già pubblicato su questa regione e sullo stesso argomento deve essere coordinato con quanto si trova esposto nella presente Memoria.

(') Capellini, *Giacimenti petroleiferi di Valacchia e loro rapporti coi terreni terziari dell'Italia centrale,* pag. 36. Mem. dell'Accad. delle scienze dell'Istituto di Bologna, serie 2ª tav. VII. Bologna 1868.



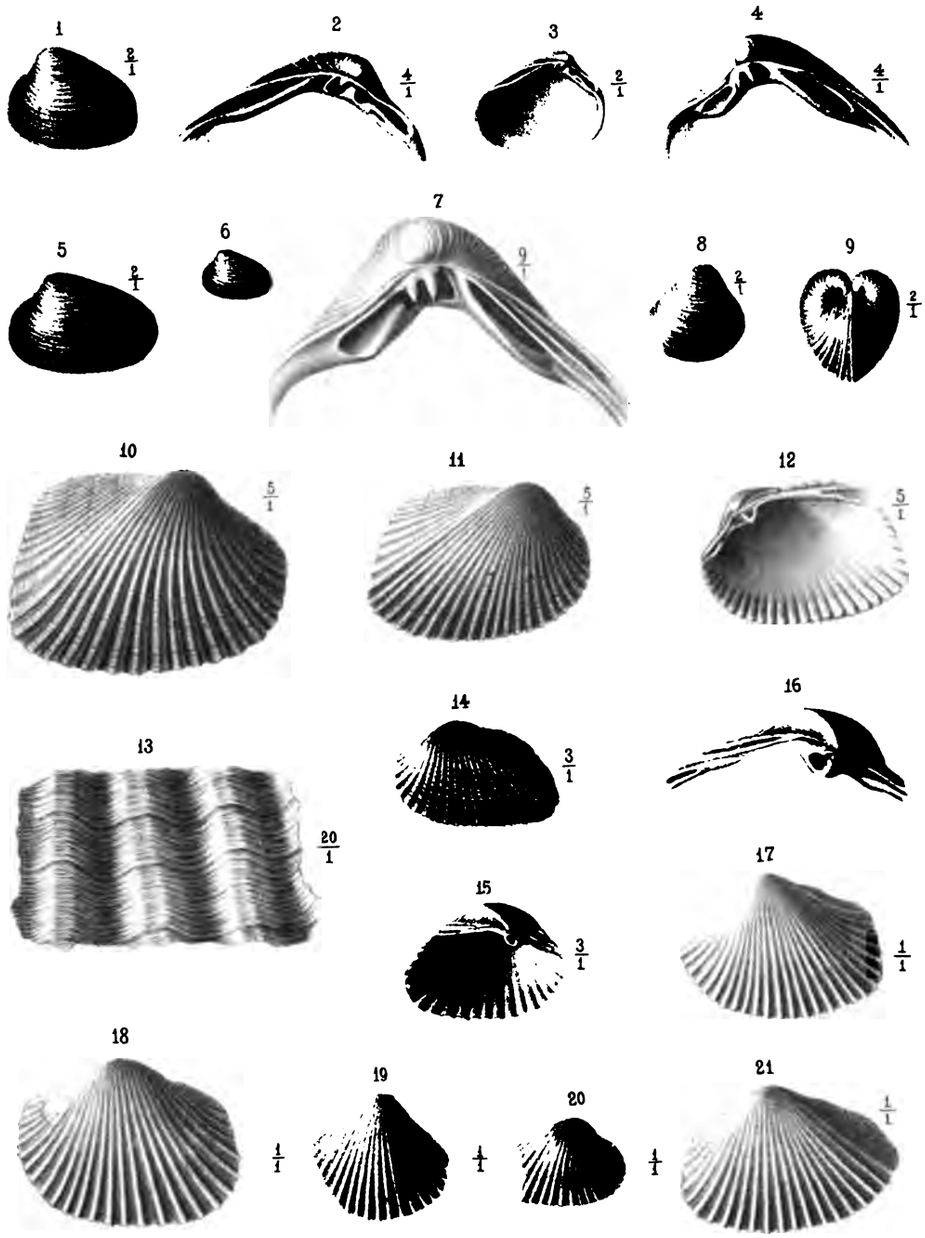
Contoli dis Bologna. Lit G Wenk

1-4 ***Melania curvicosta****, Desh. var. — 5-12* ***Melanopsis Bonellii****, Sism — 13-15 M. Dufouri, var a Fer.*
16-21 ***Hydrobia Escoffierae****, Tourn sp.*



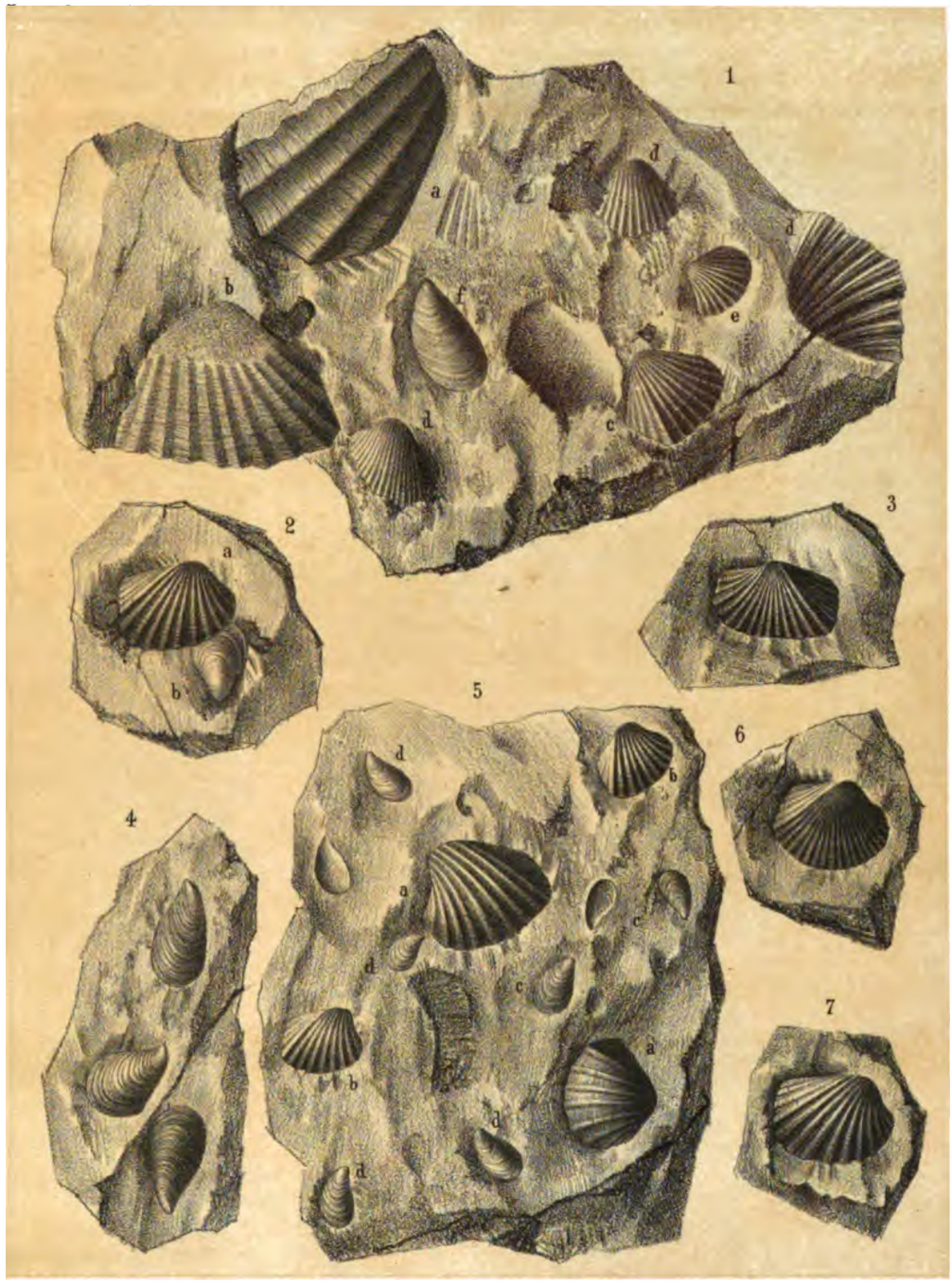
Contoli dis. Bologna, Lit. G. Wenk

1-4 ***Hydrobia Fontannesi****, Cap — 5-8, 13-20* ***H. etrusca****, Cap — 9.* ***H. cingulata****, Cap*
10-12 ***H. acuta****, Drap sp — 21-28* ***Neritina mutinensis****, J Anc. var.*



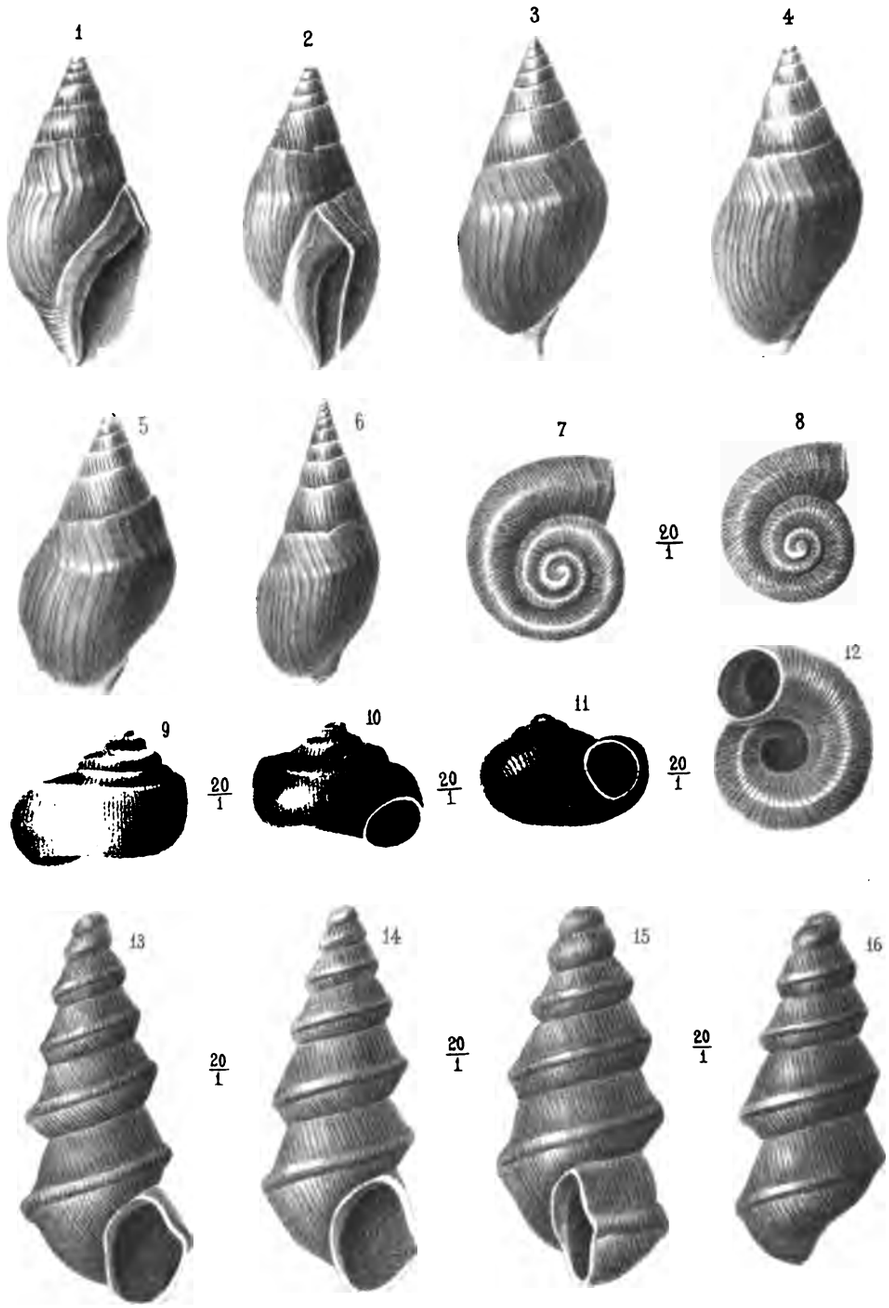
Contoli dis. Bologna. Lit. G. Werk

1-4, 9 Pisidium solitarium? Neum.. — 5. 6 P. propinquum, Neum. — 7-8 P. trigonum, Cap.
10-16 Cardium solitarium, Krauss. 17, 18, 21 C. nova-rossicum, Barb — 19, 20 C. Spratti, Fuchs.



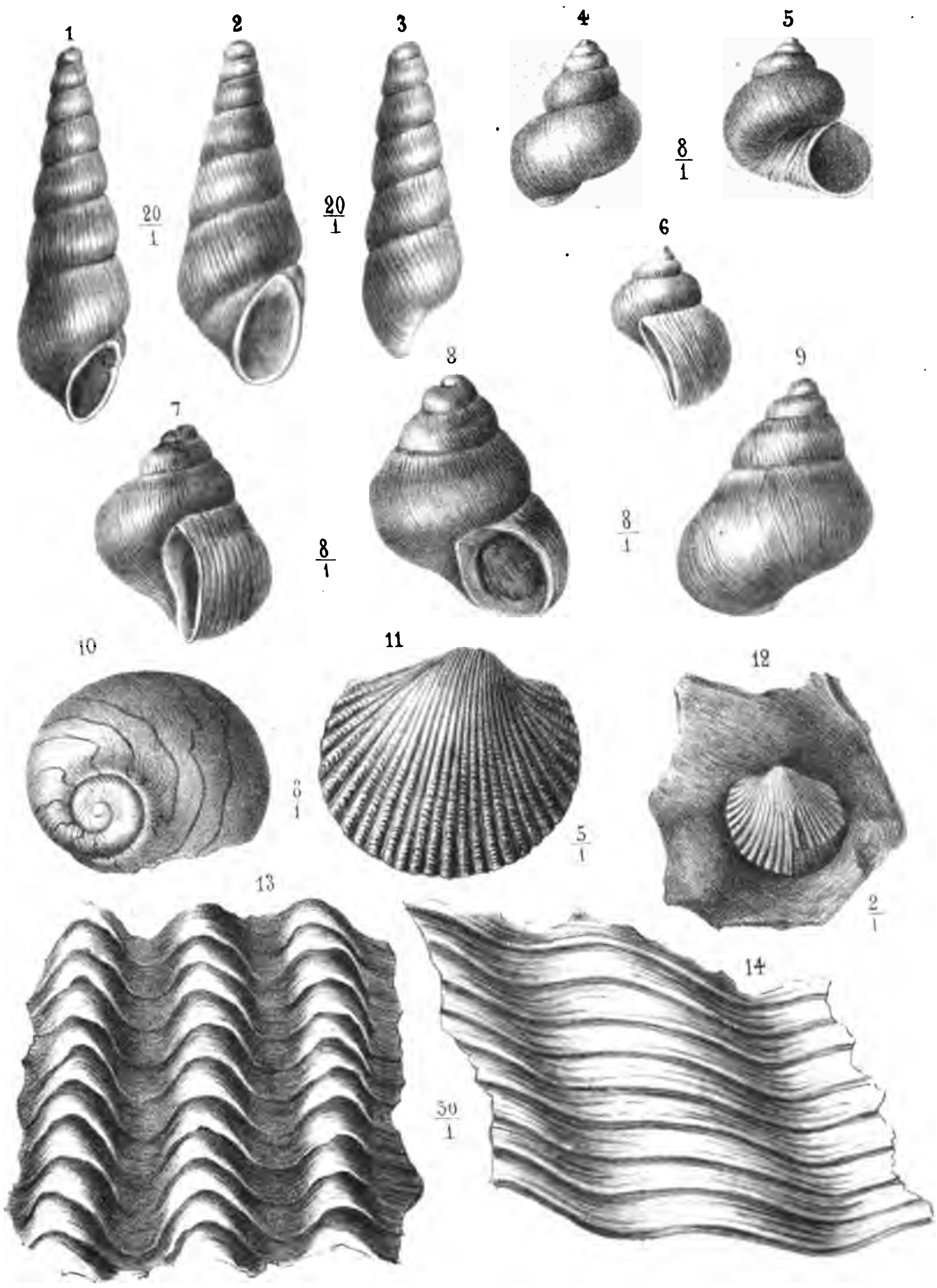
Contoli dis. Bologna, Lit. G. Wenk.

1 **a, *Cardium squamulosum*** *Desh;* **b. *C. sp;*** **c. *C. paucicostatum,*** *Desh;* **d. *C. Spratti,*** *Fuchs?;* **e. *C. Partschi,*** *Mayer?;*
f. *Congeria simplex,* *Barb.* — *2* **a. *Cardium Panticapaeum,*** *Bayern;* **b. *Congeria simplex,*** *Barb.*
3. ***Cardium Castellinense,*** *Cap.* — *4.* ***Congeria rostriformis.*** *Desh.* — *5.* **a. *Cardium squamulosum,*** *Barb;* **b. *C. Partschi,*** *Mayer;*
c. *Congeria simplex,* *Barb;* **d. *C. rostriformis,*** *Desh.* — *6.* ***Cardium carinatum,*** *Desh.* — *7.* ***C. paucicostatum,*** *Desh.*



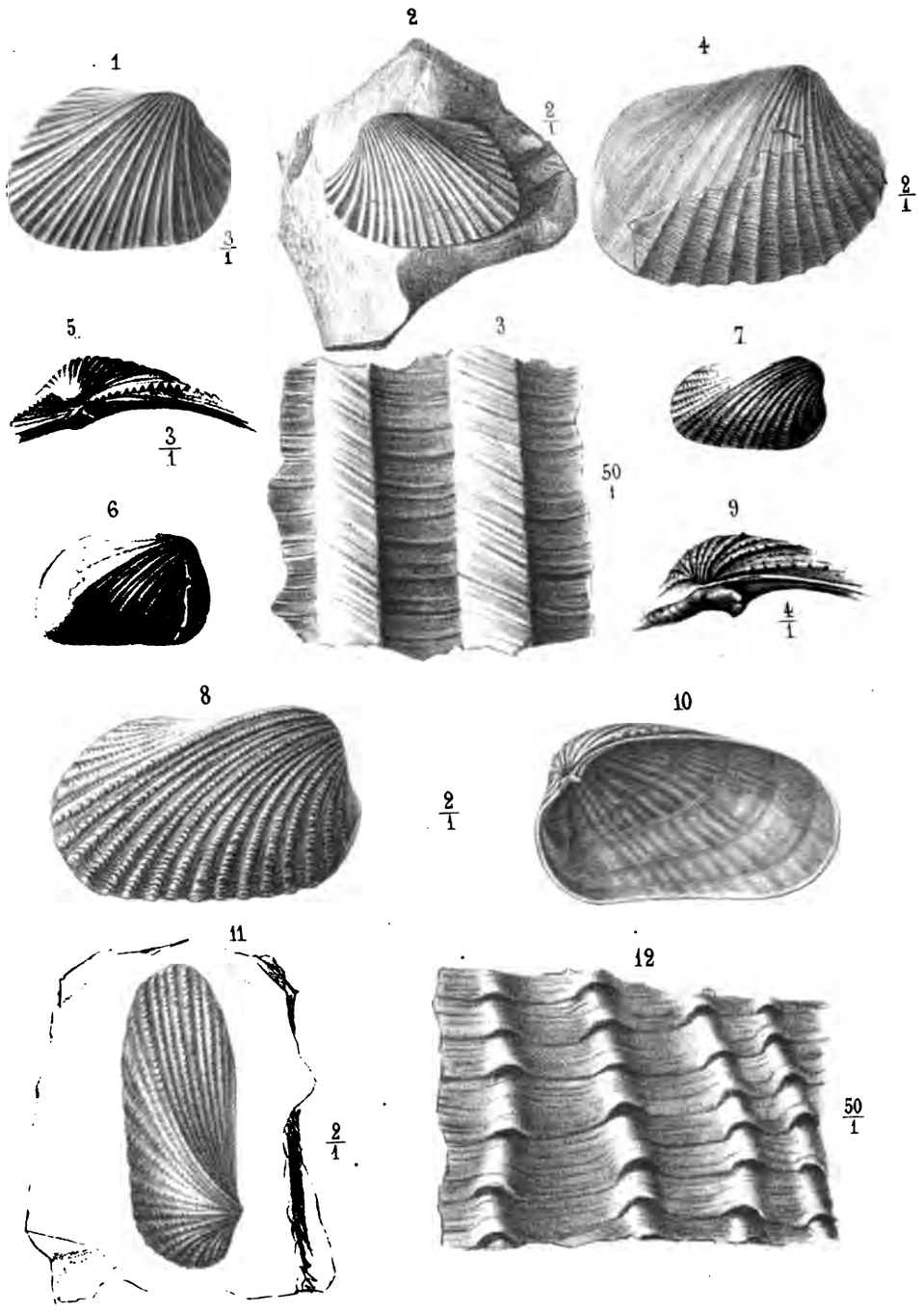
Pacchioni dis. Bologna, Lit G Werk

1-6 Melanopsis impressa, Krauss — 7-12 Valvata Tournoueri, Cap — 13-16 Hydrobia incerta, Cap.

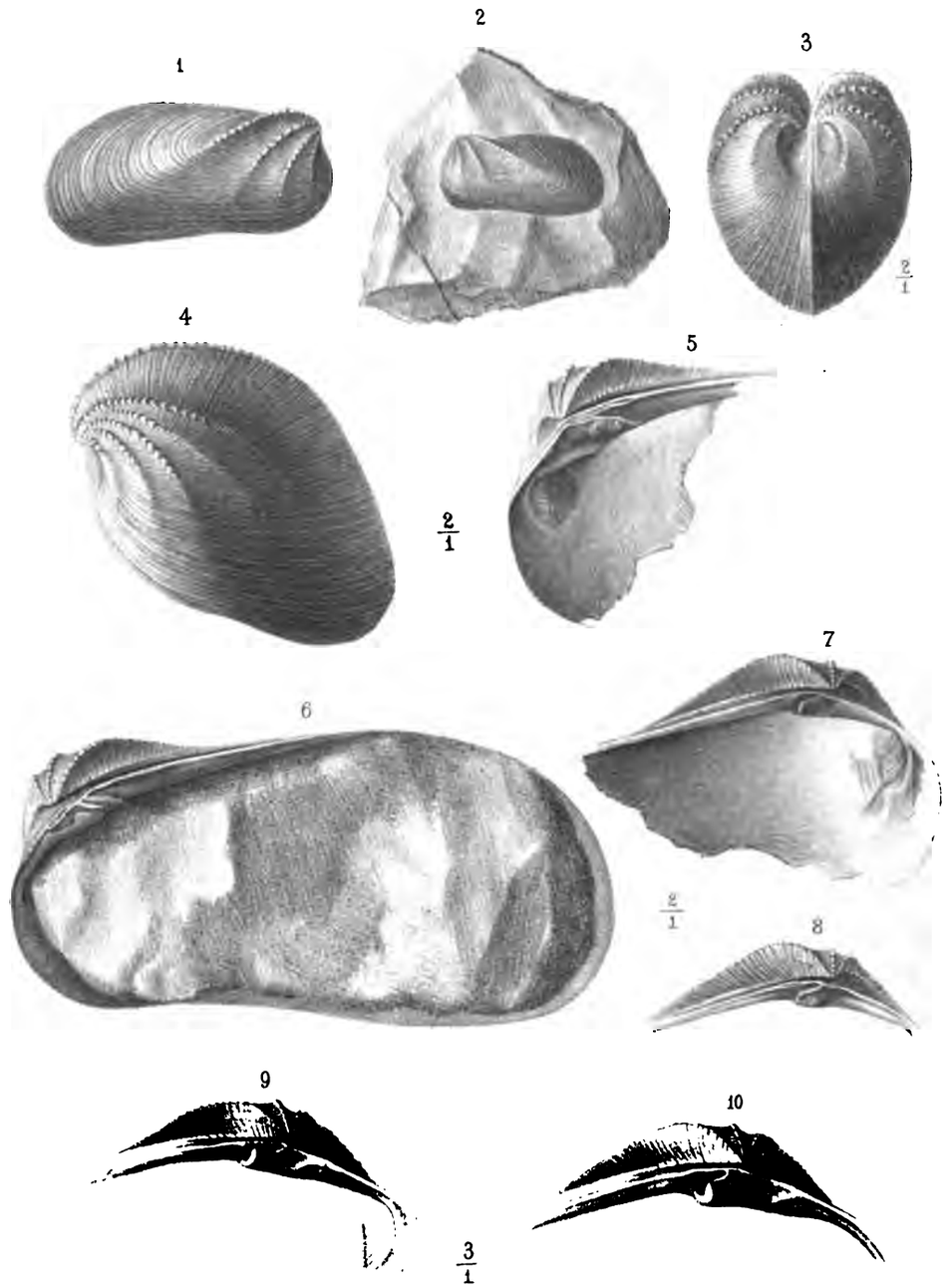


Capellini dis. Lit. Bruno e Salomone Roma.

1-3. Melania inaspecta, Fuchs. _ 4-6. Bithynia margaritula, Fuchs. _ 7-9. B. proximoides, Cap.
10. Neritina Anconae, Cap. _ 11-14. Cardium Lawley, Cap.

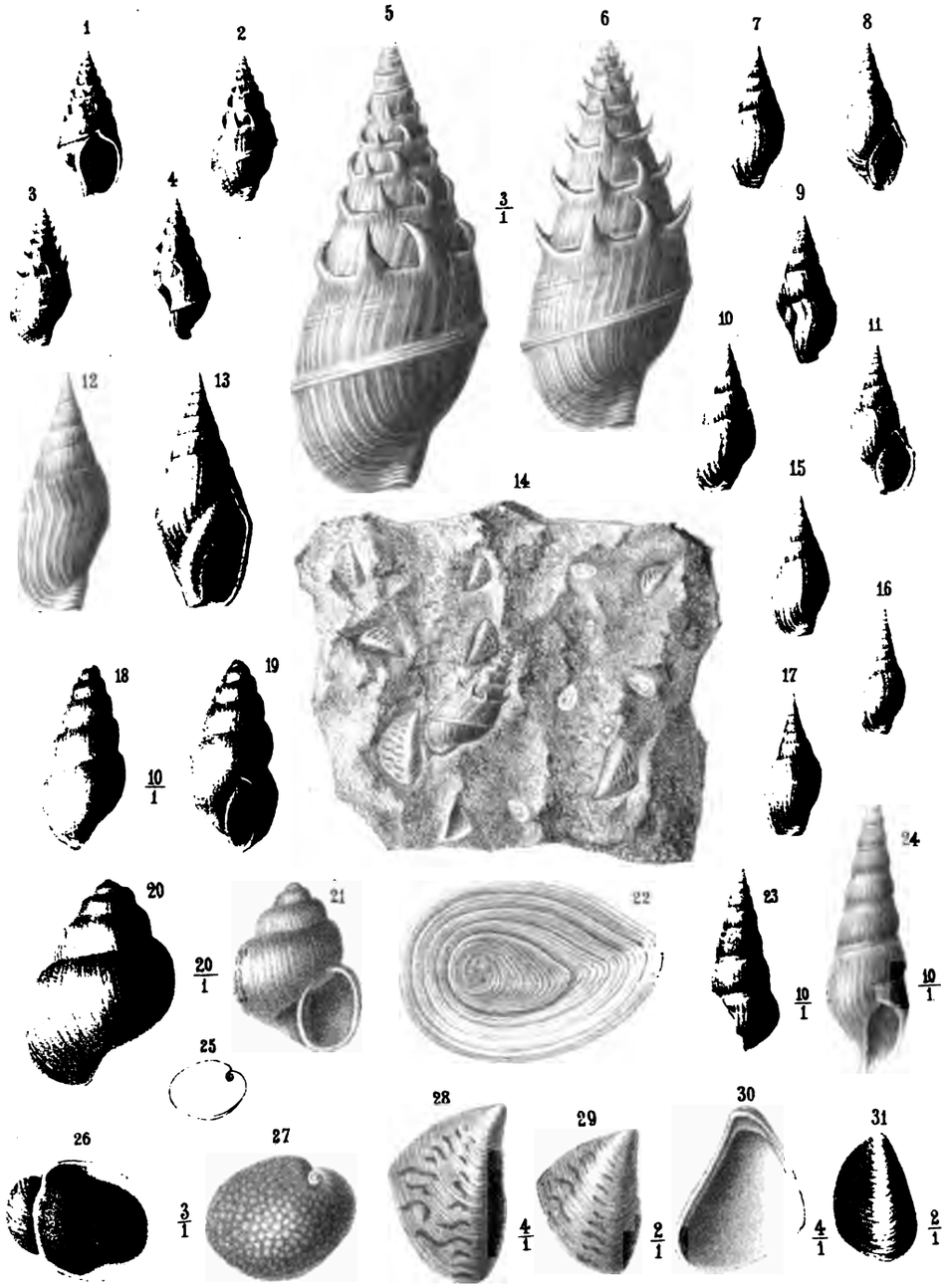


1. Cardium desertum Stol. _ *2-3. C. protractum*, Eichw _ *4-5. C. Savii*, Cap. _ *6-12. C. cypricardioides*, Cap



Contoli dis Bologna, Lit G Wenk.

Uniocardium Meneghinii, Cap.



Contoli dis. Bologna, Lit G Wenk

*1-6 **Melanopsis Bertolinii**, Cap. — 7-13 M. buccinoidea, Fer. — 15-17 M acicularis, Fer — 18-19 **Hydrobia obtusa**, Sand sp*
*20-21 H. immutata, Frfl. sp. — 23-24 **Melania suturata**, Fuchs. — 25-27 Neritina Grateloupiana, Fer*
*14-28-30 **Congeria clavaeformis**, Krauss. — 31 C. Deshayesi, Cap*
*22 **Bythinia** sp. (opercolo).*

INDICE DEL VOLUME V.° SERIE 3.ª

Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Guidi. *Sulla determinazione grafica delle forze interne nelle travi omogenee e nelle travi reticolari appoggiate agli estremi e soggette ad un sopraccarico mobile* (con due tavole) . . . . . pag. 3

Bellavitis. *Sulla statica* . . . . . » 29

Id. *Sviluppi in serie delle funzioni implicite, e rami infiniti delle curve algebriche* . . . . . » 45

Battaglini. *Sull'equazione differenziale ellittica* . . . . . » 50

Cossa. *Sulla composizione di alcuni serpentini della Toscana* . . . . . » 58

De Zigno. *Sopra un cranio di Coccodrillo scoperto nel terreno eoceno del Veronese* (con due tavole) . . . . . » 65

Cossa. *Sulla Eufotide dell'Isola d'Elba* . . . . . » 73

Scarabelli. *Sugli scavi eseguiti nella caverna detta Frasassi (provincia di Ancona)* (con due tavole) . . . . . » 78

Della Valle. *Sui Coriceidi parassiti, e sull'anatomia del gen. Lichomolgus* (con due tavole) . . . . . » 107

Meli. *Sui dintorni di Civitavecchia* . . . . . » 125

Taramelli. *Sul deposito di salgemma di Lungro nella Calabria Citeriore.* » 136

Barilari. *Sulle relazioni della Commissione nominata dal governo Ungherese per gli studi sulla Tisza, sul Danubio e sulle difese alla città di Szeghedino* . . . . . » 144

Cossa e Zecchini. *Sul tungstato neutro di cerio.* . . . . . » 152

Bellonci. *Ricerche comparative sulla struttura dei centri nervosi dei Vertebrati* (con una tavola) . . . . . » 157

Beltrami. *Sull'attrazione di un anello circolare od ellittico* . . . . . » 185

Casorati. *Il calcolo delle differenze finite, interpretato ed accresciuto di nuovi teoremi, a sussidio principalmente delle odierne ricerche basate sulla variabilità complessa* . . . . . » 195

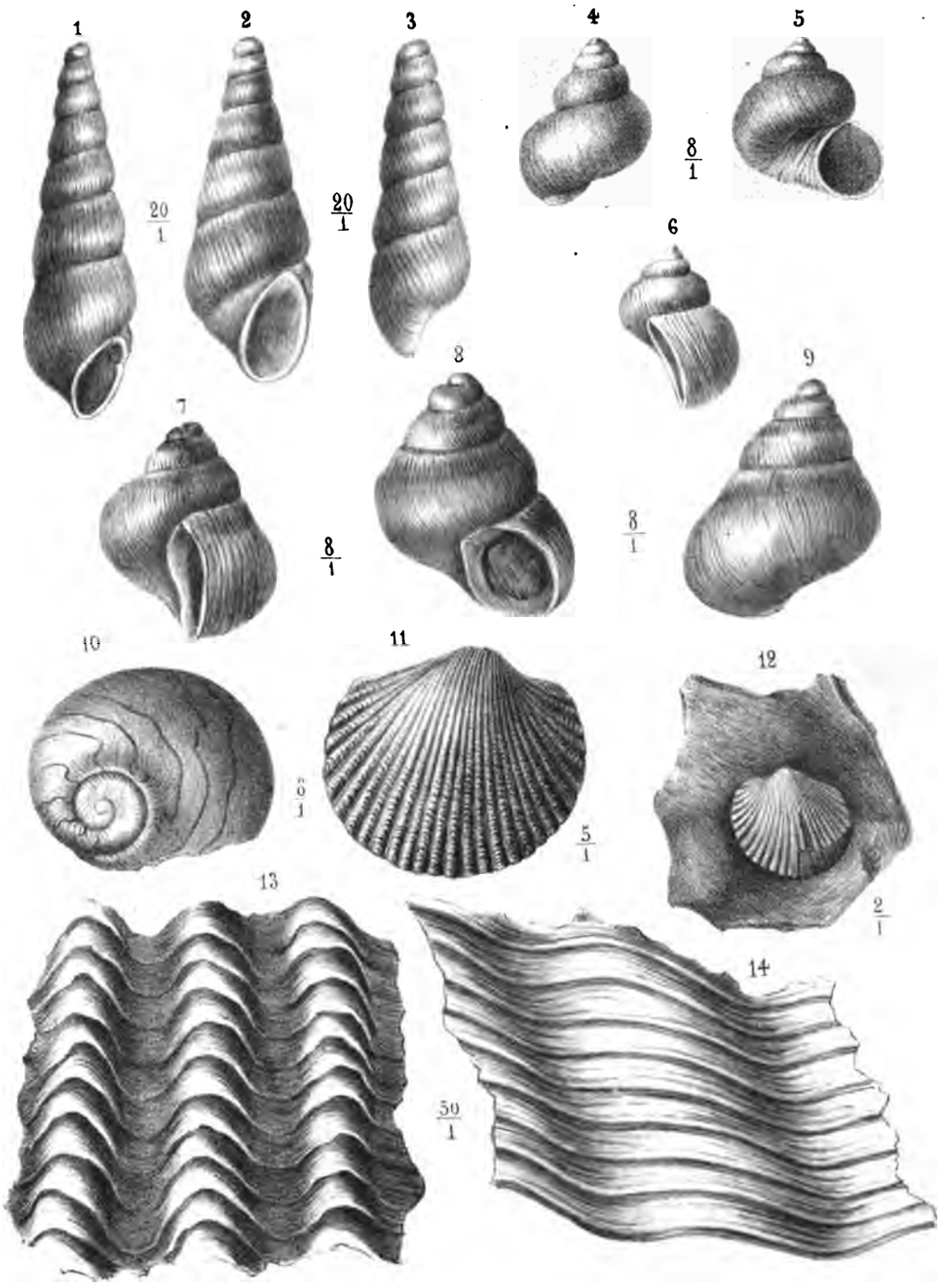
Meneghini. *Nuovi fossili siluriani di Sardegna* (con una tavola) . . . . » 209

Andres. *Intorno all'Edwardsia Claparedii (Halcampa Claparedii Panc.)* (con una tavola) . . . . . » 221

Mosso. *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo* (con otto tavole) » 237

Tommasi-Crudeli. *Sulla distribuzione delle acque nel sottosuolo romano, e sulla produzione naturale della malaria* (con tre tavole) . . . . . » 359

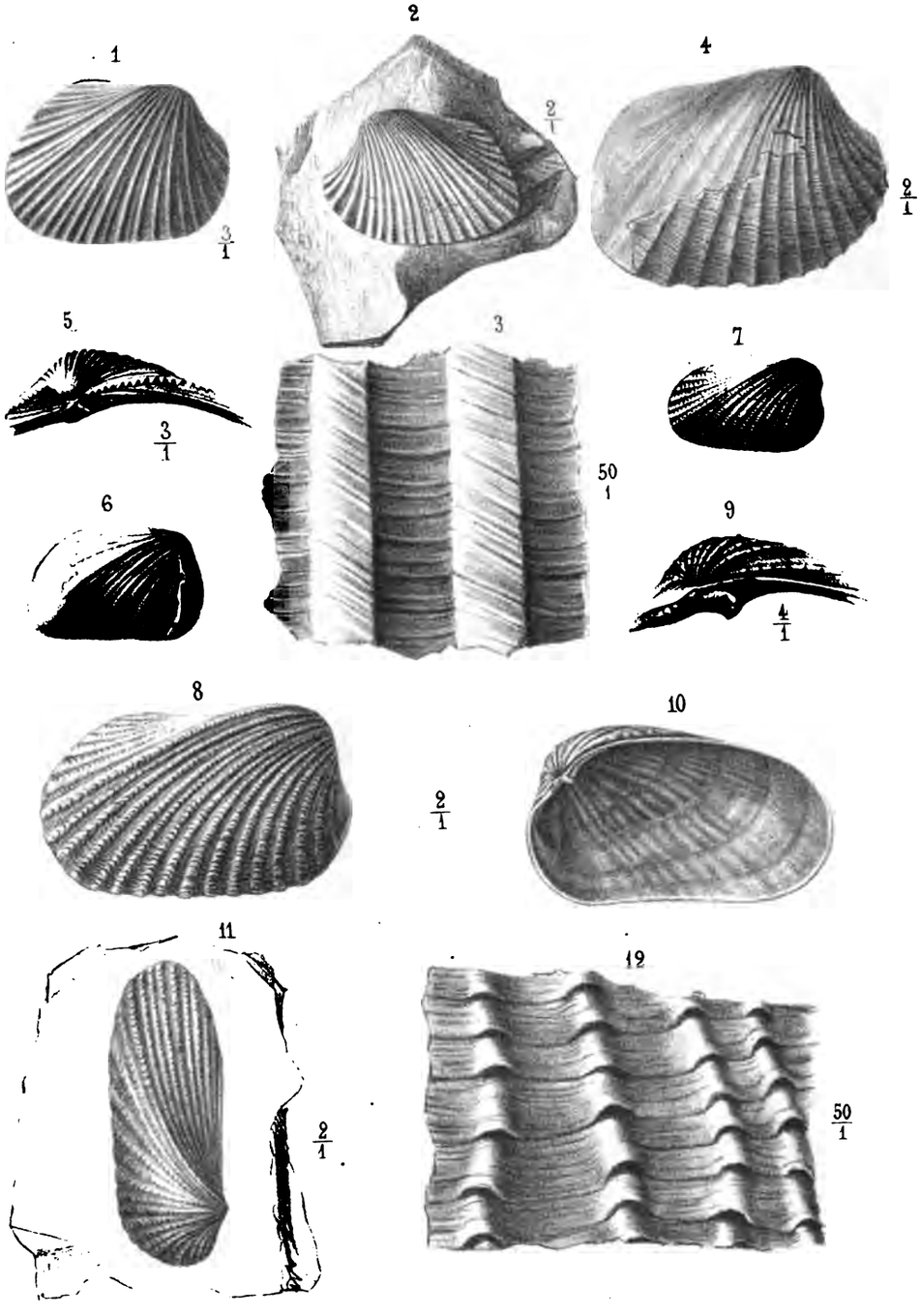
Capellini. *Gli strati a Congerie o la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno* (con nove tavole) . . . . . » 375



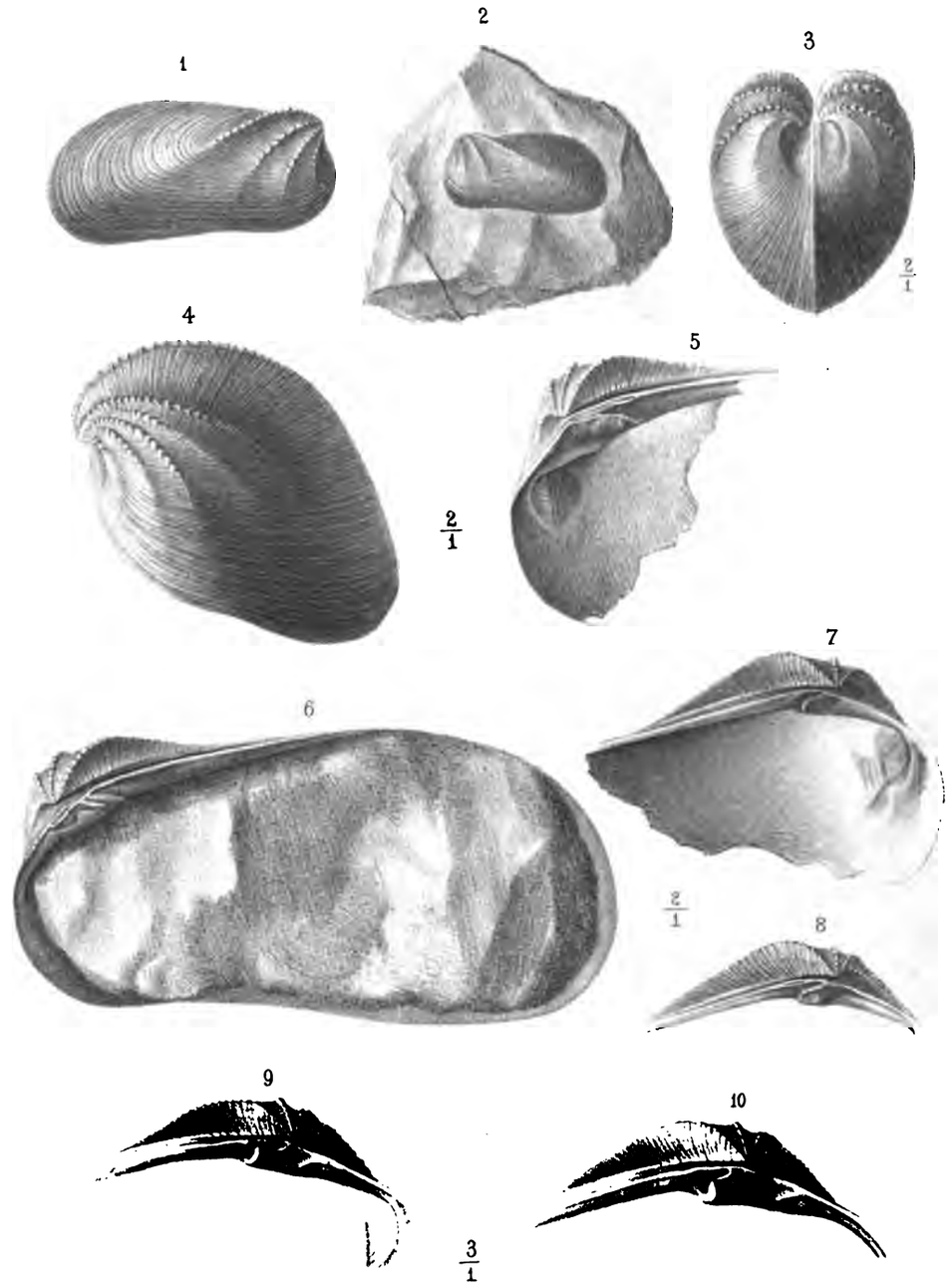
Capellini dis.

Lito. Bruno e Salomone Roma.

1-3. Melania inaspecta, Fuchs. – 4-6. Bithynia margaritula, Fuchs. – 7-9. B. proximoides, Cap.
10. Neritina Anconae, Cap. – 11-14. Cardium Lawley, Cap.



1. Cardium desertum Stol. – 2-3. C. protractum, Eichw. – 4-5. C. Savii, Cap. – 6 12. C. cypricardioides, Cap.



Contoli dis Bologna, Lit G Werk

Uniocardium Meneghinii, Cap.